

FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE CLERMONT

Année 1969

N° d'ordre : 97

Série : E

T H E S E

présentée
pour obtenir le grade de
DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par
Gabriel HOTTIN

LES TERRAINS CRISTALLINS
DU CENTRE-NORD ET DU NORD-EST
DE MADAGASCAR

PETROGRAPHIE - STRUCTURE - STRATIGRAPHIE

Premier volume

Soutenue publiquement le 29 mars 1969
devant la Commission d'examen —

Président : MM. M. ROQUES, Professeur

Examineurs : H. BESAIRIE, Correspondant de l'Institut, invité
P. LAPADU-HARGUES, Professeur
J. M. PETERLONGO, Professeur
J. MAISONNEUVE, Professeur

Texte publié dans la Série Documentation du Service Géologique
de Madagascar, n°178, Tananarive, 1969.

FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE CLERMONT

Année 1969

N° d'ordre : 97

Série : E

T H E S E

présentée
pour obtenir le grade de
DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par
Gabriel HOTTIN

LES TERRAINS CRISTALLINS
DU CENTRE-NORD ET DU NORD-EST
DE MADAGASCAR

PETROGRAPHIE - STRUCTURE - STRATIGRAPHIE

Premier volume

Soutenue publiquement le 29 mars 1969
devant la Commission d'examen

Président : MM. M. ROQUES, Professeur

Examineurs : H. BESAIRIE, Correspondant de l'Institut, invité
P. LAPADU-HARGUES, Professeur
J. M. PETERLONGO, Professeur
J. MAISONNEUVE, Professeur

Texte publié dans la Série Documentation du Service Géologique
de Madagascar, n°178, Tananarive, 1969.



SOMMAIRE

	<u>Page</u>
AVANT-PROPOS	1
AVERTISSEMENT	6

INTRODUCTION

<u>GEOGRAPHIE</u>	8
Orographie	9
Hydrographie	16
Climat	18
Végétation	19
Faune	22
Géographie humaine et économie	22
<u>HISTORIQUE</u>	26
I - Les travaux antérieurs et l'évolution des conceptions sur la stratigraphie du socle cristallin	26
II - Présentation et but de l'exposé	33

I^{ère} PARTIE

ANALYSE PETROGRAPHIQUE ET STRUCTURALE

<u>A - UNITES PRINCIPALES</u>	38
<u>B - GROUPE DE L'ANTONGIL</u>	45
I - LES GRANITES	45
A) - Localisation	45
B) - Caractères généraux	46
C) - Description pétrographique	48
D) - Rétromorphose dans les granites	57
E) - Caractères chimiques des granites	62
F) - Conclusion à l'étude des granites	66
II - SERIE DU MANANARA ET NIVEAUX ECTINITIQUES	
D'ANJIAHELY	68
A) - Caractères généraux	68
B) - Migmatites	72
C) - Ectinites	73
D) - Ultrabasites	77



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548607_0012

E)-	Aperçu structural de la série du Mananara.	82
F)-	Métamorphisme de la série du Mananara	84
G)-	Conclusion à l'étude de la série du Mananara	87
III -	LES FILONS BASIQUES TRANSFORMES	90
A)-	Caractères de gisement	90
B)-	Composition originelle	91
C)-	Transformations métamorphiques	91
D)-	Conclusion	93
C -	<u>GROUPE DE SAHANTAHA-MANAMPOTSY</u>	94
I -	INTRODUCTION	94
II -	SERIE DE SAHANTAHA-ANDRARONA	97
A)-	Localisation	97
B)-	Historique	98
C)-	Description des principales unités de la série	103
III -	SERIE D'ANTENINA	137
A)-	Localisation	137
B)-	Historique	138
C)-	Pétrographie de la série d'Antenina	140
D)-	Caractères structuraux	146
E)-	Contacts série d'Antenina-groupe de l'Antongil	148
F)-	Passage aux migmatites de l'Ouest	150
G)-	Conclusion	152
IV -	SERIE DE VAVATENINA	153
A)-	Localisation	153
B)-	Historique	154
C)-	Pétrographie	160
D)-	Analyse structurale et rapports avec les migmatites rubanées à l'Ouest et au Sud et le groupe de l'Antongil au Nord	173
E)-	Conclusion à l'étude de la série de Vavatenina	189

AVANT-PROPOS

Né dans les plaines brumeuses du Nord, en bordure du pays minier, rien ne me destinait, à l'origine, à la carrière de géologue du cristallin Outre mer. Et jusqu'à l'âge de 18 ans, mon destin dans les mines de charbon de mon pays natal paraissait tout tracé. Cette perspective ne m'enchantait guère, et sitôt le "bachot" décroché, ne sachant trop quelle autre orientation prendre, je résolus d'accomplir d'abord mes devoirs envers la République, en effectuant mon service militaire. Deux possibilités extrêmes s'offraient alors : le Tchad ou Madagascar ; je choisis la seconde à cause de la plus grande harmonie du nom, et c'est ainsi que je débarquai dans la Grande Ile en Juin 1953. J'y restai militaire un peu moins d'une année, n'accédant, honteusement, qu'au grade de caporal, et libéré par anticipation, je devins prospecteur au Service Géologique de Madagascar.

J'y arrivai dans une ambiance inoubliable, au moment où sous les ordres de Monsieur BESAIRIE, s'y trouvait rassemblée une équipe de géologues de terrain extraordinaire parmi lesquels R. LAUTEL, L. LAPLAINE, J. de SAINT OURS, H. de la ROCHE, G. NOIZET, P. GIRAUD, L. DELBOS. Après une brève période d'initiation à Tananarive, je fus affecté à la brigade H. de la ROCHE et je partis faire mes premières armes sur le terrain, à prospecter les indices de cuivre de la région de Vohémar, dans l'extrême Nord de l'île. Je participai ensuite, toujours

THE HISTORY OF THE

REIGN OF

CHARLES THE FIRST

BY

JOHN BURNET

OF THE UNIVERSITY OF OXFORD

IN TWO VOLUMES

LONDON

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

By Authority

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

By Authority

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

By Authority

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

By Authority

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

By Authority

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

By Authority

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

By Authority

Printed by J. Streater, at the

Black-Swan, in Strand

1680

sous les ordres de H.de la ROCHE, au grand boom de la thorienite dans le Sud.

En décembre 1954, grâce à l'appui efficient de MM. BESAIRIE, LAUTEL et de la ROCHE, j'obtins une bourse du Gouvernement Général de Madagascar, pour venir entreprendre des études de géologie à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Je ne pus, hélas, profiter comme il l'aurait fallu de l'enseignement remarquable dispensé à Clermont-Ferrand par MM. les professeurs M.ROQUES et P.LAPADU-HARGUES, et par M.PETERLONGO, alors chef de travaux, car mon séjour fut interrompu, en mai 1956, par un rappel intempestif sous les drapeaux en Algérie, intermède qui, avec ses suites, me tint éloigné de la faculté jusqu'en mai 1957.

Je réussis néanmoins à décrocher péniblement mes certificats de licence, avec toute l'indulgence du jury, pour entreprendre dès 1958, sous la haute direction de M. le Professeur P.LAPADU-HARGUES, la préparation du Diplôme de Géologue Pétrographe que je présentai en janvier 1959.

Réaffecté immédiatement au Service Géologique de Madagascar, j'y travaillai jusqu'en 1967, d'abord sous la direction de M. H.BESAIRIE jusqu'en 1965, puis de M. RAZAFINI-PARANY. Dès 1959, je prenais contact, en levant les feuilles Antenine-Manompama, avec la forêt du Nord-Est de Madagascar. Je m'attachai d'emblée au pays, ce qui fit que je ne rechignai jamais par la suite, lorsqu'il s'agit d'y effectuer de nouvelles missions. J'ai acquis ainsi, il faut bien le dire, la réputation d'un original un peu dérangé, préférant, aux paysages ensoleillés du Sud et des hauts plateaux, les sangsues, la pluie et la boue de la forêt, et les séjours à Maro-

antsetra, ville très souvent accolée du qualificatif peu touristique, ignominieux et immérité de "pot de chambre de Madagascar", sous prétexte qu'elle est la plus arrosée de l'île.

Ces missions répétées m'ont en définitive permis d'accéder à une vision d'ensemble d'une assez vaste région, prétexte au travail présenté ici.

Pour le réaliser j'ai bénéficié d'une prise en charge temporaire par le CNRS, et bien que le temps imparti (9 mois) se soit avéré insuffisant pour que cette étude puisse dépasser en de nombreux points le stade de l'ébauche grossière, je tiens à remercier très sincèrement la Direction Générale du CNRS, sans l'aide de laquelle il m'aurait été tout à fait impossible de songer même à entreprendre un tel travail.

Je remercie également M. le Professeur J.M.PETERLONGO qui a bien voulu m'accueillir au sein de son laboratoire, et superviser mes travaux.

Au laboratoire de géologie, j'ai retrouvé l'ambiance amicale célèbre parmi tous les anciens de Clermont, ainsi que le calme et la liberté d'action nécessaires à la réflexion. Je n'ai jamais sollicité en vain une aide ou un conseil de mes maîtres MM. les Professeurs M.ROQUES, P.LAPADU-HARGUES, J.M. PETERLONGO et MAISONNEUVE, et tous les membres du laboratoire maîtres assistants, assistants, chimistes et chercheurs se sont ingéniés à me faciliter la tâche dans la mesure de leurs attributions ; je ne puis les citer tous ici comme ils le mériteraient et je les prie de m'en excuser.

M. H.BESAIRIE a bien voulu pareriner ce travail auprès du CNRS, après m'avoir pendant des années fait bénéficier de ses conseils et de ses connaissances si étendues de la géolo-

gie malgache. Sans ses critiques pertinentes, son souci constant du travail positif réalisé dans un temps donné, je ne serais sans doute jamais parvenu à dresser cette synthèse. Qu'il veuille bien trouver ici le témoignage de ma très sincère reconnaissance.

Je tiens à remercier aussi tous mes collègues du Service Géologique pour les discussions parfois acharnées que nous avons eues et qui n'ont pas peu contribué à éclaircir certains points, et en particulier M. G.NOIZET pour ses avis compétents notamment en géologie structurale, ainsi que MM. ALSAC, CHANTRAINE, JOO', LIANDRAT, MOINE à divers titres, et mes collègues et amis du BRGM, MM. BERTUCAT et JOURDE, plus particulièrement spécialisés dans la géologie régionale, avec qui les discussions, trop peu fréquentes à mon goût, furent toujours enrichissantes.

Je ne puis remercier comme il conviendrait tous les agents du Service Géologique : aide-géologues, prospecteurs, chauffeurs, qui m'ont secondé dans mes tournées ; il me faudrait pratiquement dresser la liste du personnel du Service Géologique. Qu'il me soit permis cependant de faire une exception pour M. Z.RANDRIAMANANTENA, aide-géologue qui m'a accompagné dans mes tournées les plus difficiles, notamment dans l'exploration de la presqu'île Masoala et du Mahakiry, faisant toujours preuve, en dépit d'un certain aspect nonchalant externe et de bon aloi, d'un courage et d'une endurance, doublés d'une bonne intelligence de la géologie de terrain, vraiment remarquables.

Mes remerciements vont également aux autorités compétentes de la République Malgache et en particulier à Monsieur le Ministre René RASIDY et à Monsieur le Directeur des Mines Jean d'Albert ZAFIMAHOVA qui ont bien voulu permettre la publi-

cation de cette étude et aussi tout spécialement à Monsieur le Chef du Service Géologique Andriantefison RAZAFINIPARANY, collègue et ami de longue date, qui a bien voulu en faciliter l'impression.

Je terminerai enfin en adressant mes remerciements à MM. MARELLE, Ingénieur en Chef des Mines et OBERMULLER, Géologue en Chef, au Ministère de l'Industrie de la République Française, dont l'assistance, au moment utile, a toujours été fructueuse.

AVERTISSEMENT

De 1959 à 1967, en un peu plus de deux années passées effectivement sur le terrain, j'ai levé 12 coupures de la carte de reconnaissance au 1/100.000^e de Madagascar, pour la plupart concentrées dans les régions Nord-Est et Centre-Nord de l'île.

Des missions à objectif économique, poursuivies également pendant plusieurs années comme la prospection des bauxites sur les tampoketsa, du quartz et des ultrabasites dans les régions forestières de Mananara et de Rantabe, de l'or dans la région de Vavatenina au Sud, m'ont permis en outre de réunir ces levés dispersés et d'acquérir ainsi progressivement une vue assez complète de la géologie d'un vaste secteur de la côte Est allant de Tamatave au Sud jusqu'au niveau d'Antalaha au Nord ; et, par les coupes et les levés réalisés sur la zone controversée de la falaise, d'aboutir ensuite à raccorder de façon plus satisfaisante la géologie des séries côtières aux secteurs déjà mieux connus de l'Alaotra et de l'Androna.

Les cartes au 1/500.000^e que nous présentons sont schématiques, ayant surtout pour but d'illustrer notre conception d'ensemble de la géologie régionale et de la stratigraphie du socle, conception essentiellement basée sur des arguments structuraux et que nous estimons plus proches de la réalité que les vues antérieures, axées principalement sur des ressem-

blances lithologiques ou zonéographiques, et souvent établies à partir de levés exécutés à des époques très différentes par des géologues très divers qui n'ont pu de ce fait atteindre qu'à une compréhension souvent partielle de la géologie régionale.

Des cartes plus précises, généralement à l'échelle du 1/100.000^e, établies à la suite de nos levés, et celles de nos collègues, peuvent être consultées en annexe des publications du Service Géologique citées en référence. D'autre part, les zones clés font, dans la mesure du possible, l'objet de planches spéciales incorporées au texte de la présente étude.

Nous n'avons pas eu la prétention d'écrire la monographie détaillée d'une aussi vaste région. Les descriptions pétrographiques sont résumées et visent à faire ressortir les caractères essentiels de chaque ensemble. Les descriptions classiques plus complètes, lame par lame, constituent les chapitres pétrographie de nos publications citées plus haut.

Les études chimiques sont restées très insuffisantes pour une aussi vaste région et de ce fait, les essais de reconstitution pétrogénétique, pour si intéressants qu'ils soient, relèvent trop souvent encore de l'hypothèse probable plutôt que de la certitude.

Quoi qu'il en soit, nous nous estimerons satisfait si nous avons pu contribuer à faire avancer la connaissance géologique de cette partie du socle malgache ou si, par les problèmes posés, nous incitons nos successeurs à reprendre l'étude plus approfondie de certains secteurs de cette région, dans l'ensemble d'accès et de parcours difficiles et qui, surtout pour ces raisons, est restée très en retard par rapport aux régions plus favorisées du Sud ou du Centre par exemple.

INTRODUCTION

GEOGRAPHIE

Située entre les 15° et 18° de latitude Sud, la région décrite affecte la forme d'un triangle renversé dont la ville de Tamatave au Sud, 2^e ville et port principal de Madagascar, figure le sommet sur la côte orientale, et dont la base au Nord coïncide approximativement avec une ligne joignant les préfectures d'Antsohihy sur le versant Mozambique et d'Antalaha sur le versant Océan Indien.

Cette vaste région intéresse les trois unités morphologiques principales du centre de Madagascar :

- le versant oriental ou Indien, au relief très compartimenté se résolvant en une série de chaînons ou de massifs tourmentés profondément entaillés par un réseau hydrographique dense et ramifié abondamment alimenté pendant toute l'année ;

- les hauts reliefs de la zone faïtière culminant ici entre 1000 et 1500 m ;

- le versant Mozambique représenté ici essentiellement par les plateaux du bas Androna, dont l'altitude s'établit autour de 300 m et par la zone granitique du Haut Androna, disséquée par la Sofia et ses principaux tributaires mais dont les reliefs principaux dépassent encore couramment 1000 à 1500 m et portent encore çà et là des témoins épargnés des plateaux de la zone faïtière.

La zone fœtière, par son effet de barrière vis-à-vis des vents dominants chargés de pluie, entraîne d'importantes variations d'Est en Ouest du régime des précipitations, qui se répercutent sur les climats locaux, la végétation et partant sur l'occupation humaine et sur l'économie de l'ensemble du pays.

I- OROGRAPHIE.- 1- Le versant oriental.- L'ordonnance régulière de ses unités classiques : secteur littoral, collines puis massifs internes, en fonction de la grande faille N.20°E d'âge Crétacé supérieur qui borde l'Océan Indien, se trouve ici perturbée par des mouvements tectoniques plus récents.

a- La zone littorale correspond principalement aux sables littoraux et aux plaines alluviales d'embouchure. Les sédiments continentaux et les coulées volcaniques qui, plus au Sud, prennent une grande extension dans cette zone n'apparaissent ici que sporadiquement : dernières buttes de sable et argiles sénoniennes entre Tamatave et Foulpointe (altitude 30 à 40 m), coulées basaltiques (altitude maximale 60 m), du flanc Est de la presqu'île Masoala.

La frange de sables marins possède une largeur moyenne de 2 à 3 km. Des témoins d'une terrasse ancienne, sous forme de buttes de sables rubéfiés étagés entre 6 et 15 m, se situent généralement en position interne par rapport aux accumulations récentes prédominantes, dont l'altitude d'ensemble s'établit entre les cotes +2 et +3 au-dessus du niveau des plus hautes mers.

Cette frange de sables marins est discontinue, contrairement à ce qui se passe au Sud de Tamatave, où on la suit sans interruption sur près de 800 km jusqu'au Nord de Fort-

Dauphin. Elle disparaît localement dans les régions de Soanierana et Fénérive, où des buttes de schistes cristallins latéritisés, souvent armés de dolérites, arrivent jusqu'à la côte.

Au Nord, l'accumulation spectaculaire de la pointe à Larrée (17 km d'avancée en mer) s'explique par la diffraction de la houle de part et d'autre de l'île Sainte-Marie. Plus au Nord, le cordon sableux s'interrompt à nouveau à partir de l'Anove, et ne reparait plus ensuite que sporadiquement sur quelques dizaines de kilomètres, dans les régions d'Antanambe, de Mananara, de Manambolosy, de Maroantsetra où il participe au remblaiement fluvio-marin actuel du fond de la baie.

Dans les intervalles, les sables littoraux ne se manifestent qu'au niveau de petites anses de quelques centaines de mètres d'extension qui morcellent les corniches granitiques de l'Ivontaka (200 à 300 m d'altitude entre Sahasoa et le cap Bellone), de l'Anteveretra (au Sud de Rantabe) et du flanc Ouest de la presqu'île Masoala dont les sommets principaux culminent à près de 1200 m à moins de 6 km de la côte.

Sur le flanc Est de la presqu'île Masoala, les sables littoraux sont bien représentés, interrompus cependant çà et là par les surfaces basaltiques ou les buttes du socle au Nord d'Ampanio.

Un récif corallien frangeant quasi continu borde enfin la partie Ouest de la presqu'île Masoala et la côte entre Mananara et l'Anove. Les récifs sont au contraire totalement absents du pourtour de la baie d'Antongil, et au Sud de l'Anove il n'existe plus que quelques témoins dispersés : Pointe Tintingue, Fénérive, Mahambo et surtout Foulpointe.

Les plaines alluviales d'embouchure accompagnent le développement du cordon sableux. Les principales, liées aux grands fleuves, s'étendent jusqu'à une dizaine de kilomètres à l'intérieur, avec de nombreuses indentations. Le long des secteurs de côte basse (Fénérive, Soanierana, pointe à Larrée) ces plaines et celles moins importantes liées aux ruisseaux côtiers se rejoignent pour former une frange marécageuse continue à l'abri du sable.

Dans le fond de la baie d'Antongil, le remblayage d'alluvions fluviatiles s'étend sur 30 à 40 km le long de l'Antanambelana, du Manambolo et de l'Andranofotsy.

b- Les collines internes s'étagent depuis la côte sur 30 à 50 km vers l'intérieur, atteignant progressivement par paliers successifs une altitude de l'ordre de 5 à 600 m sur les confins occidentaux. Elles se caractérisent par une série d'axes orographiques de direction Nord à Nord-Est dominante au Sud de Mananara et à l'Est de la presqu'île Masoala, plus complexe à l'Ouest de la baie d'Antongil. Cette morphologie particulière est due à l'existence d'une armature très dense de dykes doléritiques, continus sur plusieurs dizaines de kilomètres, de puissance généralement métrique à décamétrique, et qui se relaient de proche en proche sur plusieurs centaines de kilomètres du Nord au Sud du secteur. Ils sont attribués, par analogie avec les basaltes côtiers, à des émissions fissurales d'âge Crétacé terminal. Leur fréquence diminue progressivement vers l'Ouest.

c- Les massifs internes résultent de la dissection des plateaux de la zone faîtière. Au Sud de Mananara, ils forment des avancées vers l'Est plus ou moins importantes entre les principales vallées. L'armature doléritique disparaît et les directions orographiques sont influencées par la schistosité et la nature

do socle cristallin. Il en résulte une zone au relief tourmenté culminant entre 1000 et 1200 m, couverte de forêt primaire pratiquement impénétrée et qui constitue une véritable barrière entre la zone de peuplement des hauts plateaux à l'Ouest et les collines du pays Betsimisaraka à l'Est.

Au Nord les reliefs aigus qui encadrent la moitié Nord de la baie d'Antongil correspondent à une reprise violente par l'érosion (consécutive à la formation du fossé d'effondrement quaternaire) de la zone des massifs internes qui, antérieurement, s'étendait parallèlement à la côte orientale de la presqu'île en englobant le secteur de la corniche Antavaratra au Sud de Rantabe et le tiers Nord-Ouest de la presqu'île Masoala.

2- La zone faîtière - a) Zone de la falaise. - Au Nord de la cuvette de l'Alaotra, la ligne de partage des eaux actuelle Mozambique-Océan Indien coïncide avec la bordure Ouest d'une série de plateaux latéritiques et de cuvettes pénéplanées, à faible pente vers l'Est, séparées par des zones de reliefs résiduels.

On a ainsi successivement du Nord au Sud :

- la cuvette alluviale (grès et sables argileux) de Matsoandakana d'âge probablement quaternaire et d'altitude voisine de 900 m ;

- le vaste plateau latéritique du Mahakiry, dont l'altitude varie de 950 m (bordure orientale) à 1100 m (bordure occidentale), d'où émergent çà et là de hauts reliefs résiduels dont les plus importants correspondent à des chaînes quartzitiques tant à l'Est (chaîne du signal Mahakiry) qu'à l'Ouest (quartzites du Bezavona) ;

- le plateau d'^Aisikidy séparé du plateau précédent par la zone montagneuse de l'Ambohijanga (culminant à 1282 m) et qui se présente sous la forme d'une cuvette latéritique d'orientation Nord-Sud, avec çà et là des placages de sables blancs associés à des buttes résiduelles de schistes cristallins ou à des niveaux réduits gréso-argileux du type Matsoandakana ;
- le plateau d'Antsiatsiaka au Sud de la zone forestière occidentée du Vohitrambo (altitude de 800 à 1000 m) se présente aussi comme une cuvette latéritique dont l'altitude moyenne s'établit aux environs de 750 m et dont le centre est occupé par les alluvions argilo-sableuses de la plaine d'Anjiro. Ce plateau d'Antsiatsiaka, avec ses 700 m, constitue par ailleurs le seuil le plus bas existant dans la zone faîtière pour l'ensemble de Madagascar entre les versants Mozambique et Indien ;
- au Sud de l'Antsiatsiaka, l'altitude croît progressivement jusqu'à 1000m dans la zone occidentée latéritique du Vohibariaka pendante de celle du Vohitrambo au Nord ;
- plus au Sud encore, les plateaux latéritiques d'Antanimenabaka et de Marovoalava entre 900 et 1100 m présentent une morphologie en cuvette avec des buttes résiduelles (1100 à 1300 m) de schistes cristallins, des épandages de sables blancs éluviaux et des niveaux réduits d'argiles et grès continentaux identiques à ceux du Nord. A l'Ouest, un abrupt d'érosion de 2 à 300 m les sépare des chaînes de l'Ambiviny et de l'Ankofa, dépendances érodées du tampoketse d'Analamaitso, témoin d'une surface d'érosion antérieure;
- au Sud du Marovoalava, les plateaux latéritiques disparaissent. Une série de crêtes aiguës d'altitude croissante vers le Sud depuis 1300 m (chaînes leptynitiques de l'Andriababe Bakiry) à près de 1500 m (massif chernockitique et pyroxéno-amphibolite).

tes de Manakambahiny) sépare ici le fossé tectonique de l'Alao-
tra du pays Betsimisaraka à l'Est.

b) Cuvette de l'Alaoatra. - La cuvette de l'Alaoatra correspond à un fossé tectonique principal de direction N.20°E conjugué avec le rejeu de mouvements N.20°W responsables de la formation des cuvettes annexes d'Andilamena (au Nord) et de Didy (au Sud). La cuvette de l'Alaoatra est remblayée par des sédiments lacustres pléistocènes qui forment des buttes résiduelles culminant entre 800 et 970 m. Les alluvions modernes et le lac actuel s'établissent aux environs de 750 m. Des épanchements d'Ankaratrites jalonnent le versant occidental. Au delà des alluvions, le reste de la cuvette est occupé par une série de croupes latéritiques mollement vallonnées étagées entre 900 et 1100 m, les principaux sommets correspondant aux massifs gabbroïques orthogneissifiés de la série de l'Alaoatra.

c) Zone Nord-Ouest de l'Alaoatra. - Au Nord-Ouest de l'Alaoatra la chaîne du Tampoketsa et le haut bassin de la Bemarivo, constituent les dernières unités morphologiques de la zone faîtière, drainées, à l'inverse des précédentes, vers le Mozambique.

Les tampoketsa (Beveromay, Analamaitso) séparés par la trouée de la Bemarivo, sont des témoins isolés d'une surface de pénéplanation presque parfaite à pente faible Nord-Nord-Ouest. Ils culminent autour de 1200 à 1300 m et dominent par un abrupt d'érosion de plus de 800 m au Nord-Ouest les bas plateaux de l'Androna. En amont des tampoketsa, le haut bassin de la Bemarivo entaille le domaine des hautes terres : il comporte une zone externe au relief accusé matérialisé par une succession de chaînons granitiques ou migmatitiques d'orientation subméridienne compris entre 900 et 1100 m et se raccordant progressivement aux surfaces des tampoketsa.

3- L'Androna - a) Bas plateaux de l'Androna..- A l'Ouest de la couverture sédimentaire isalienne, les bas plateaux de l'Androna correspondent à une série de croupes latéritiques en parties boisées allongées en direction Nord 20° Ouest conformément à la schistosité du socle et dont l'altitude croît de 50 à 300 m.

La monotonie de ce paysage est rompue çà et là par des crêtes rocheuses discontinues atteignant 5 à 600 m : quartzites, pyroxénites, granites stratoïdes ; et par des inselbergs granitiques surtout localisés vers l'Est, en bordure de l'Androna proprement dit, et culminant souvent à 7-800 m au-dessus des basses collines latéritiques : Mont Befandriana (850m), Androkeny (1040m), Marangibato (1162m).

b) Massif de l'Androna..- Le massif granitique de l'Androna surplombe les bas plateaux par un rebord d'érosion de 7 à 800 m. Les vallées de la Sofia et de ses principaux affluents (Mangaraha, Sahafaka) l'échancrent profondément, amenant jusqu'à l'Est de Mandritsara (couloirs de la Mangaraha et de la Sahafaka) les paysages caractéristiques des bas plateaux de l'Androna, basses collines latéritiques culminant entre 300 et 500 m au maximum, directement au contact des plateaux forestiers du versant oriental.

Entre ces échancrures, le massif de l'Androna correspond à une série d'inselbergs et de strates granitiques de plus en plus abondants vers le Nord. Les principaux reliefs dépassent 1200 m. Certains supportent des lambeaux témoins de plateaux plus élevés (1200-1400m) que ceux de la faîtière actuelle. L'importance et l'altitude de ces témoins s'accroît vers le Nord où ils viennent se raccorder en continuité aux hautes surfaces de l'Ankaizina.

Géomorphologiquement, l'ensemble apparaît constituer le pendant, au Nord du seuil de l'Androna, de la surface des tampoketsa. L'axe faitier ancien de l'île se situe ainsi à l'Ouest de Mandritsara à une trentaine de kilomètres environ de la ligne actuelle de partage des eaux. Ce cas d'érosion du versant oriental par le versant Mozambique est inhabituel. En effet, plus au Sud les exemples de captures de rivières du versant Mozambique par le versant Indien deviennent la règle générale.

II- HYDROGRAPHIE.- 1- Versant Indien et Alaotra.- Au Nord de l'Alaotra, les principales rivières du versant indien possèdent un cours supérieur, dans le domaine des hauts plateaux latéritiques, proche de l'équilibre. Le réseau sénile caractéristiques des pénéplaines (thalwegs et vallées à large fond plat et marécageux, stabilisé de façon homogène à une trentaine de mètres du niveau supérieur du plateau) ne subsiste plus cependant qu'à l'extrême Ouest. Sur la partie orientale des plateaux, les rivières subissent un premier rajeunissement qui se matérialise par un encaissement progressif de 100 à 200 m dans le plateau disséqué, et l'apparition de successions de biefs calmes coupés de barres rocheuses. Le début de la zone des massifs internes se marque par des chutes spectaculaires (plus de 100 m). En aval les rivières s'encaissent encore plus profondément et gardent un cours torrentiel encombré de blocs et coupé de séries de chutes et de rapides, sur la majeure partie de leur parcours au travers de la zone des massifs et des collines internes. Le caractère torrentiel est encore plus net pour les ruisseaux côtiers, nés dans la zone des massifs ou des collines internes. Il est maximal sur le pourtour de la baie d'Antongil, où le

rajeunissement lié à la formation du fossé quaternaire vient se superposer à celui de la faille crétacée de l'Océan Indien.

Abondamment alimentées pendant la majeure partie de l'année, toutes ces rivières possèdent un débit d'étiage peu prononcé en Octobre-Novembre. Les crues liées à la mousson sont pourtant brutales, à cause de l'engorgement rapide des versants pratiquement imperméables. Leurs effets sont amplifiés dans la zone littorale par le colmatage continu des embouchures par les sables marins, maximal en période de basses eaux, et qui peut entraîner par la suite une inondation parfois catastrophique de la plaine d'embouchure, jusqu'à ce que la rivière réussisse à se créer un nouveau chenal en emportant une partie du cordon sableux et accessoirement la route, les habitations et les plantations qu'il supportait.

Ce schéma général de l'hydrographie du versant oriental s'applique aussi au cours inférieur et moyen des rivières qui au Sud (Onibe, Maningory, Ivondro) drainent la cuvette de l'Alaotra et ses annexes. Dans le domaine des hautes terres, leur cours supérieur est par contre fortement modifié par la formation du fossé d'effondrement et le comblement lacustre plio-pléistocène conséquent.

Sur le versant Mozambique, la Bemarivo, principal affluent méridional de la Sofia, présente en amont des tampoketsa, dans la zone des basses collines, un profil proche de l'équilibre autour de 4 à 500 m. Dans la zone externe de la cuvette, le cours supérieur, au raccord avec les tampoketsa et la bordure Nord de l'Alaotra, devient rapidement torrentiel.

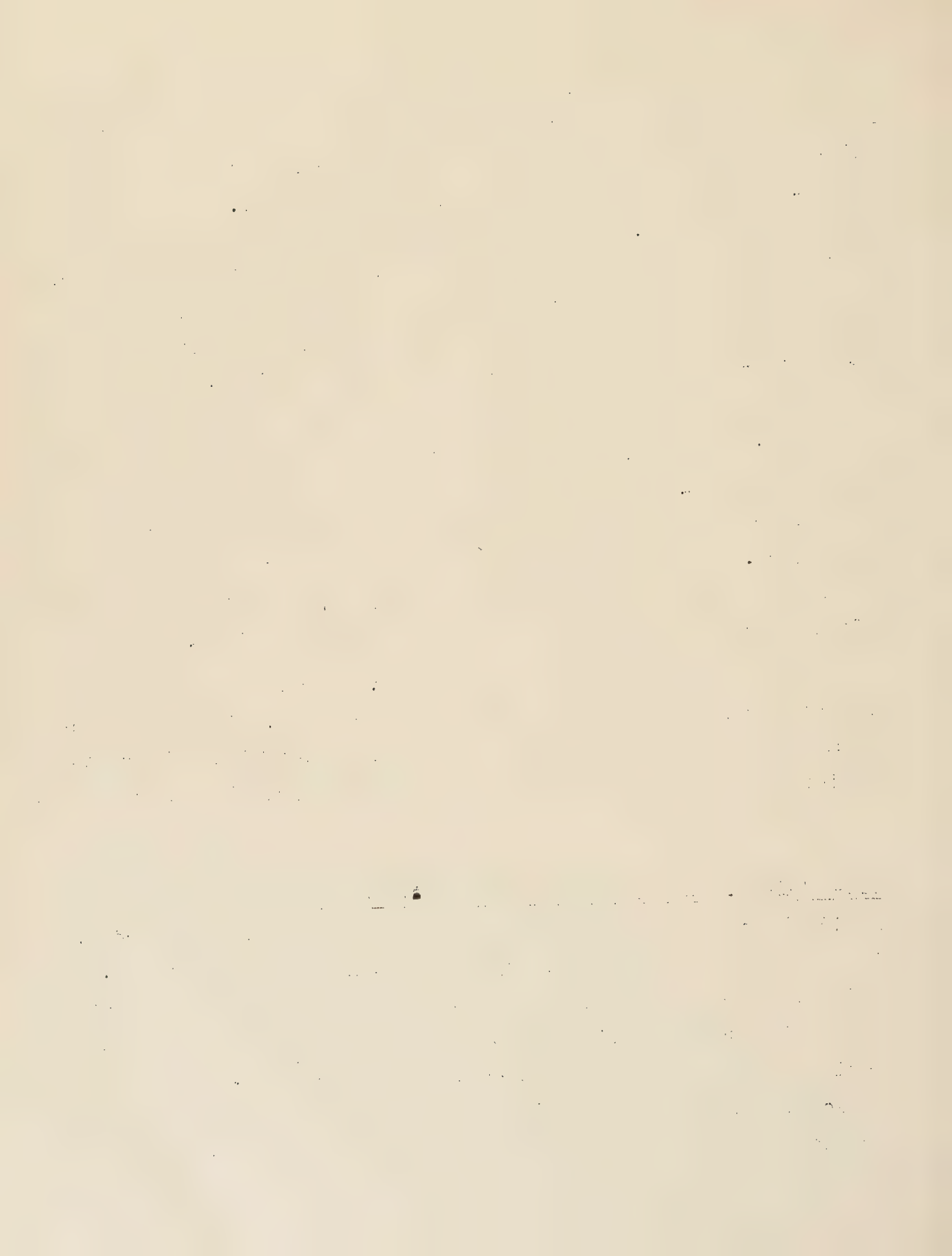
La Bemarivo traverse ensuite au Nord-Ouest la zone des tampoketsa par une série de rapides qui l'amène rapidement au niveau des basses collines de l'Androna où le cours se régularise aussitôt.

Dans l'Androna, les vallées de la Sofia et de ses principaux affluents présentent un profil d'ensemble proche de l'équilibre sur la presque totalité de leur cours. A l'Est de Mandritsara, à 10 km de la bordure du versant oriental, culminant aux environs de 100 m, le niveau de la Mangaraha se situe encore par exemple en dessous de la cote 300. Leurs affluents mineurs, par contre deviennent très rapidement torrentiels dans la traversée de la zone des inselbergs granitiques et le long du rebord d'érosion des hautes terres au Sud et à l'Est.

Dans le bas Androna toutes les rivières atteignent le profil d'équilibre. Les vallées, larges et sablonneuses sont la règle générale. Dans cette région à saison sèche bien marquée la plupart des affluents secondaires tarissent entre Juin et Septembre. Les principales rivières au large lit sableux (plus de 100 m en général, 400 m pour la Sofia) ne charient plus elles-mêmes en cette période que quelques décimètres d'eau.

Les crues de saison des pluies, aggravées occasionnellement par les cyclones, peuvent être brutales, ainsi celles de la Mangaraha et de la Bemarivo qui en 1959 détruisirent presque entièrement les sous-préfectures de Mandritsara et de Port-Bergé.

III- CLIMAT.- Le climat du versant oriental est du type tropical humide à forte pluviométrie (plus de 3 m par an). Sur la côte, il est constamment chaud : moyenne annuelle entre 24 et 26°. Les précipitations mensuelles se situent autour de 300 mm pendant les trois quarts de l'année (Décembre à Août inclus) avec un maximum entre 4 et 500 mm de Janvier à Mars-Avril. Pendant la saison la plus sèche (de fin Septembre à la mi-Novembre) les précipitations mensuelles sont de l'ordre de 100 mm.



Les reliefs forestiers de la zone interne ont un climat apparemment plus humide (aucune statistique n'existe pour cette région déserte) et plus froid que celui de la zone côtière avec des écarts diurnes et saisonniers mieux marqués.

Le climat de l'Alaotra est du type hauts plateaux plus froid (t° moyenne 20°), avec des précipitations faibles (1 m par an) et deux saisons bien marquées : saison chaude et pluvieuse (2 à 300 mm par mois) de Novembre à Mars, fraîche et sèche (moyenne mensuelle inférieure à 20 mm) d'Avril en Octobre.

Le climat de l'Androna est du type tropical sec et chaud : moyenne annuelle à Mandritsara 24°, à Antsohihy 28°. La saison sèche est longue et bien marquée d'Avril à Novembre. Les précipitations, brutales se groupent de Décembre à fin Mars (1,15m à Mandritsara avec seulement 73 jours de pluie ; 1,5 m à Antsohihy).

Le climat des plateaux faitiers est intermédiaire entre celui du versant oriental et celui des hauts plateaux : les pluies sont abondantes, fréquemment sous forme de crachins persistants et froids. Les vents soufflent constamment. Les écarts diurnes sont forts.

IV- VEGETATION.- 1- Forêt de l'Est.- La forêt tropicale humide couvre la majeure partie des plateaux faitiers et la totalité de la zone des massifs internes. Le secteur Nord (zone interne de Soanierana à Mananara et pourtour de la baie d'Antongil) constitue ainsi le massif de forêt primaire dense, pratiquement intact, le plus vaste de Madagascar. La forêt est en moyenne inhabitée, les voies de pénétration, rares, suivent les principales vallées, laissant impénétrés des secteurs de plusieurs centaines à près d'un millier de km² (Mahakiry, Masoala, Kambo-laza, Marovoalava).

Les beaux peuplements à sous-bois herbacés et à espèces économiques, hintsy (sorte de teck) ramy (bois à dérouler), ébénier, bois de rose, palissandre (essence la plus recherchée avec de nombreuses variétés diversement colorées) se localisent surtout dans les basses régions et dans les principales vallées, en dessous de 800 m. Sur les pentes abruptes et au-dessus de 1000m, les géants sont rares, on passe à des peuplements d'arbres de petite taille, à sous-bois serré d'arbustes rabougris et tortueux, souvent couverts de mousses. Au delà de 1100 m, les sommets battus par les vents, perpétuellement ennuagés ou noyés sous la pluie se couvrent d'un fouillis d'arbustes abattus dans tous les sens, le plus souvent à demi pourris, entremêlés de lianes, et couverts de mousses et de lichens gluants, dans lesquels la progression devient extrêmement difficile.

Dans les zones de peuplement Betsimisaraka importantes (secteur littoral et collines internes), la coutume ancestrale du tavy fait pratiquement disparaître la forêt primaire, remplacée par le savoka, fouillis d'arbustes, de fougères, de plantes herbacées géantes, que domine l'éventail caractéristique du ravinala (arbre du voyageur), ou la gerbe des bosquets de bambous.

Le tavy, ou culture du riz de montagne sur brûlis nécessite un travail important ; la forêt du versant oriental est en effet trop imbibée d'humidité pour brûler d'elle même ; elle doit être abattue préalablement, généralement en Juillet-Août. On la laisse ensuite sécher sur place avant de brûler à l'approche des premières pluies de Novembre. Le sol, abondamment lessivé, s'épuise en quelques années. Le rendement est très faible (moins d'une tonne de riz à l'hectare). Au bout de 2 ou 3 ans il faut entreprendre un nouveau défrichement et le savoka s'installe sur le terrain abandonné.

2- Hautes terres et Androna.- Sur les hautes terres et dans l'Androna, intégralement couverts à l'origine par la forêt d'altitude et la forêt tropicale sèche, la déforestation récente a été effectuée dans le but de favoriser l'élevage extensif du boeuf. La forêt brûle ici normalement, en fin de saison sèche, sans abattage préalable. Elle fait immédiatement place à la prairie à graminées, qui couvre maintenant la majeure partie de l'Androna et des hautes terres. En effet, à part dans le bas Androna, la forêt primaire ne subsiste plus ici qu'en îlots résiduels dans les zones les plus difficilement attaquables par le feu : reliefs disséqués et forêt galerie le long des vallées humides.

En outre, la pratique répétée des feux de prairie, en fin de saison sèche, qui doit favoriser après les premières pluies, la repousse d'herbes plus tendres contribue au recul progressif de la bordure occidentale de la forêt de l'Est sur les hauts plateaux de la zone faîtière, et à la disparition rapide des îlots résiduels de l'Androna et de l'Alaotra.

Actuellement, le Gouvernement, inquiet de la dégradation progressive des sols, favorise le reboisement et règlemente sévèrement la pratique des tavy et des feux de brousse. Cependant, si réglementation du tavy paraît facile à réaliser, il n'en va pas de même pour les feux de prairie qu'une simple étincelle, un feu mal éteint, suffisent à faire naître naturellement.

La végétation surimposée par l'homme comporte essentiellement sur le versant oriental les plantations de bananes, girofliers, caféiers, cocotiers, et quelques reboisements d'eucalyptus et de filaos sur les sables littoraux à proximité des villes.

Sur les froids plateaux de l'Alaotra, les bosquets d'eucalyptus, qui sert de bois de chauffage, accompagnent les hameaux dispersés dans le paysage ou constituent des reboisements plus importants à proximité de la route et de la voie ferrée.

Dans l'Androna, les plantations les plus typiques sont les manguiers et les tamariniers, autour de chaque village, les raphias, kapokiers, et accessoirement le caféier (vers l'Est).

V- FAUNE.- La faune originelle est surtout riche au niveau des insectes, des oiseaux et des Batraciens. Le crocodile est commun mais relativement rare. Le sanglier et les Lémuriens co-existent dans les zones forestières ; il existe aussi une assez grande variété de serpents, tous de petite taille et dont aucun n'est venimeux. L'animal le plus gênant, pour le voyageur est sans aucun doute la sangsue terrestre dans les zones forestières.

Parmi les animaux domestiqués, le zébu vient en tête, dans l'Androna et sur les hauts plateaux en bordure de l'Alaotra. Les animaux de basse cour abondent aussi bien en forêt qu'à l'Ouest.

VI- GEOGRAPHIE HUMAINE ET ECONOMIE.- Il existe trois grands groupes ethniques :

- les Betsimisaraka qui peuplent la totalité du versant oriental
- les Sihanaka qui occupent la cuvette de l'Alaotra
- les Tsimiety qui peuplent l'Androna et s'infiltrèrent progressivement à l'Est sur le versant oriental.

Les constructions traditionnelles en pisé et à toit de chaume des gros villages de l'Androna et de l'Alaotra s'opposent aux paillotes des hameaux du pays Betsimisaraka.

Les zones de peuplement principales correspondent aux grandes zones de riziculture : plaines littorales, Alaotra, poches alluviales des vallées de l'Androna.

L'économie est essentiellement agricole : riziculture surtout de subsistance, accessoirement d'exportation et élevage du boeuf dans l'Androna et l'Alaotra ; riziculture presque uniquement de subsistance, riz de montagne à l'intérieur et plaines côtières aménagées dans le pays Betsimisaraka, associée ici à d'importantes cultures d'exportation : café, girofle, bananes, vanille.

L'Alaotra est en plein développement pour la riziculture d'exportation et les cultures sèches de plateau : manioc, arachides. L'Androna fournit du raphia, du kapok et un peu de café à l'exportation, et alimente surtout le pays Betsimisaraka en viande de boeuf.

Les possibilités de développement (agriculture et élevage) sont énormes pour toute la région mais freinées par l'insuffisance des voies de communication. Le versant oriental ne possède que la route côtière Tamatave Maroantsetra (400 km), goudronnée sur 150 km à partir de Tamatave. Au delà, à peine empierrée, coupée d'une dizaine de bacs et de plusieurs centaines de ponts de rondins, elle n'est plus accessible qu'aux véhicules de moins de 4 tonnes. Vers l'intérieur, il n'y a que des bretelles de quelques dizaines de kilomètres dont seule la plus importante (route de Vavatenina 40 km) est goudronnée. Il n'y a ainsi aucune liaison routière directe (à part la route et la voie ferrée Tananarive-Tamatave à l'extrême Sud) entre le pays Betsimisaraka et la région Alaotra Androna, de même qu'il n'existe non plus aucune liaison routière sur la côte entre le pays Betsimisaraka et la riche région d'Antalaha (province de Diégo-Suarez au Nord-Est). Les liaisons routières Antalaha-Maroantsetra, Mandritsara-

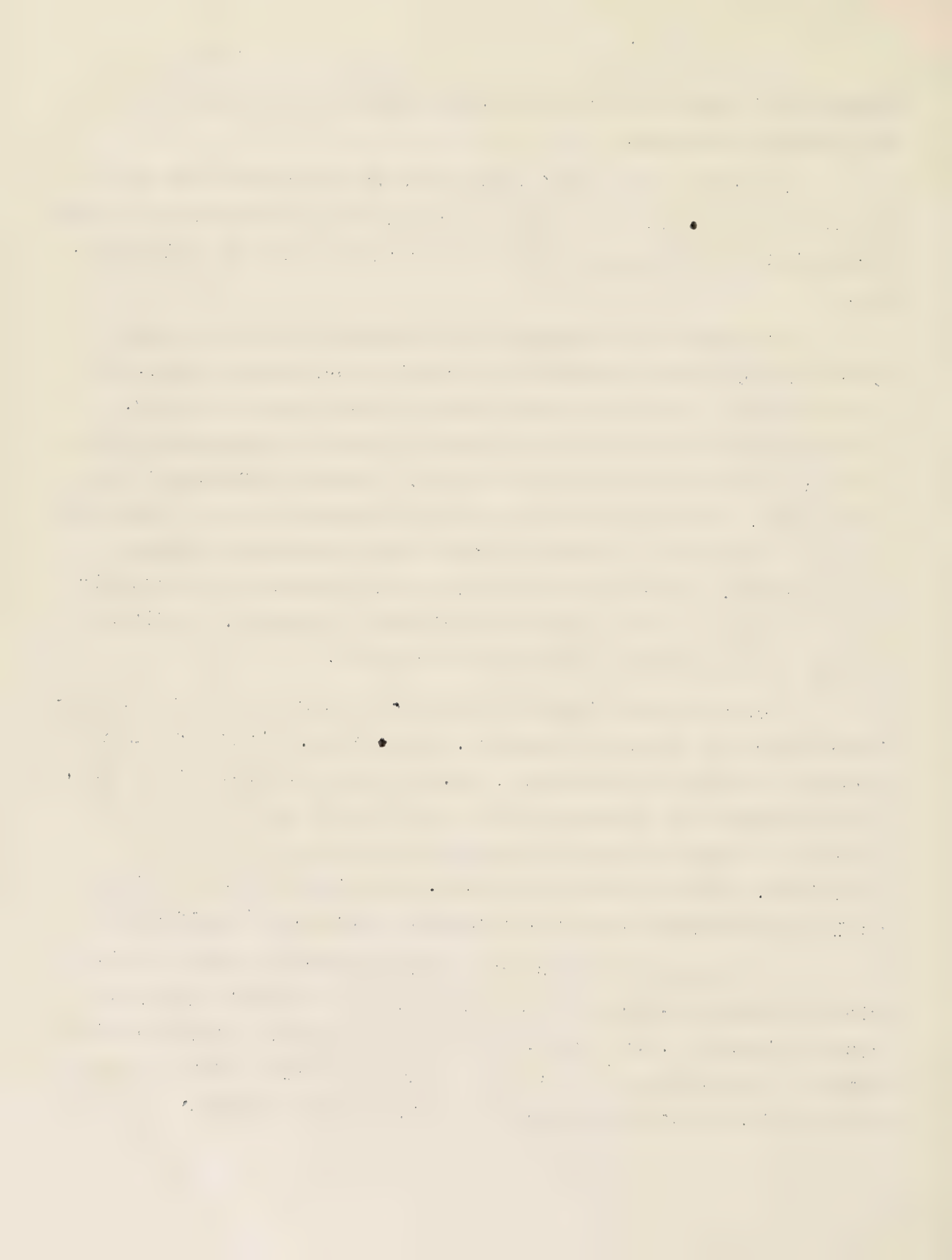
Mananara et Alaotra-Fénérive seront réalisées au mieux d'ici une dizaine d'années.

L'Alaotra est relié à Tamatave et Tananarive par voie ferrée et par route et possède un réseau bien développé de voies secondaires et de pistes charretières praticables en saison sèche.

L'Androna est également bien pourvu en pistes charretières et en routes secondaires jeepables en saison sèche. Les axes routiers principaux Mandritsara-Befandriana-Antsohihy, Antsohihy-Port Bergé-Mampikony sont en voie d'aménagement définitif : construction de ponts en dur, chaussée goudronnée ou stabilisée. La route militaire Alaotra-Mandritsara par les hauts plateaux faitiers, ouverte en 1947 était rapidement devenue impraticable. Depuis quelques années, on cherche à la rétablir et elle serait actuellement difficilement jeepable, en fin de saison sèche seulement (Septembre-Octobre).

Les activités industrielles sont représentées essentiellement par les rizeries (Alaotra, Antsohihy), l'extraction du graphite (région de Tamatave : 18.000 tonnes produites par an), les industries de transformation de Tamatave qui traitent des produits d'importation (raffinerie de pétrole nouvellement installée, produits métallurgiques, industries alimentaires) et la commercialisation des produits tropicaux d'exportation.

La cueillette du quartz piézo-électrique dans la région de Mananara-Rantabe (10 tonnes par an) fournit une ressource d'appoint. La mine de chrome de Ranomena (région de Tamatave) exploitée par la société Ugine de 1961 à 1965 à raison de 10 à 20.000 tonnes par an est actuellement fermée.



La forêt est exploitée pour les besoins locaux : charpente, menuiserie, ébénisterie, travaux publics, par des scieries locales : il n'en existe que deux au Nord de Tamatave (à Fénérive et à Maroantsetra) quelques-unes sur la bordure orientale de l'Alaotra et dans le bas Androna. Les essais de mise en exploitation industrielle tentés depuis plusieurs années sur la zone orientale n'ont pas encore abouti.



HISTORIQUE
mmmmmmmmmm
=====

I- LES TRAVAUX ANTERIEURS ET L'EVOLUTION DES CONCEPTIONS SUR LA STRATIGRAPHIE DU SOCLE CRISTALLIN.- 1- Les premières explorations.- Il s'agit de notes et levers d'itinéraires dus à M.H. PERRIER de la BATHIE et au RP.BARON et qui datent de la fin du siècle dernier.

Puis en 1923, A.LACROIX publie sa monumentale Minéralogie de Madagascar, dans laquelle on trouve la description d'itinéraires personnels comme la liaison Alaotra-Côte Est et une série d'observations minéralogiques, pétrographiques ou chimiques sur des échantillons dispersés de l'Androna, de l'Alaotra, de la région d'Antalaha, et de la zone forestière interne.

2- La phase de grande reconnaissance : première cartographie à l'échelle du 1/200.000.- La première cartographie régulière au 1/200.000^e entreprise dans cette région est due à M.BESAIRIE en 1932 (feuille Ampobilava) suivie de la feuille Befandriana en 1937) tandis que dans l'intervalle A.LENOBLE lève au Nord-Est la feuille Antalaha (1935-1936) et fournit un premier lever d'itinéraires sur la presqu'île Masoala.

Il faut ensuite attendre la période 1948-1951, avec J. de SAINT OURS, P.BRENON, L.LAPLAINE et R.LAUTEL pour les zones externes de l'Alaotra et de Tamatave et surtout avec H. de la ROCHE et J.AUROUZE pour la zone Androna Antongil qui nous intéresse ici, pour voir s'établir une première cartographie de reconnaissance au 1/200.000^e, qui permet à H.BESAIRIE dès 1952 de présenter la première synthèse générale sous forme d'une carte à l'échelle du 1/1.000.000^e. Les grands ensembles pétrographiques s'y voient déjà définis et précisés quelques-uns de leurs rapports structuraux : granites d'Antongil (H. de la ROCHE et J.AUROUZE), ectinites de la Sahantaha et zone granitique de Mandritsara (H. de la ROCHE), leptynites de Marotandrano et série micaschisteuse de Vavatenina (J.AUROUZE), série synclinale pyroxénoamphibolique du Beforona-Alaotra et migmatites de Brickaville (L.LAPLAINE, R.LAUTEL, P.BRENON). Au sujet de la série de Vavatenina, J.AUROUZE souligne la fréquence des directions Est-Ouest dans les micaschistes, qui paraît s'opposer aux directions subméridiennes dominantes des migmatites de l'Ouest et émet l'hypothèse d'une série micaschisteuse côtière superposée et discordante (à l'échelle cartographique) sur les migmatites de l'Ouest.

H.BESAIRIE généralise ici, comme à l'ensemble de Madagascar, le principe des subdivisions stratigraphiques et zonéographiques qu'il a mises en évidence dans l'extrême Sud de l'île. On sait que ces subdivisions classiques sont de la base au sommet :

-le Système Androyen, à faciès granulite dominant, riche en leptynites à cordiérite, pyroxénites, wernérites.

-le Système du Graphite, à faciès amphibolite profond, surtout caractérisé par l'abondance des niveaux graphiteux (gneiss et leptynites).

-le Système du Vohibory, à faciès amphibolite moins profond, à prédominance nettement amphibolique.

Ces trois systèmes qui se superposent régulièrement dans l'extrême Sud-Est en Ouest sur 300 km, ont été plissés et métamorphisés lors d'une orogénèse majeure datée de 2600 MA, selon l'interprétation donnée par H.BESAIRIE des nombreuses mesures d'âges apparents effectuées au cours des 20 dernières années.

Dans le centre de Madagascar, se différencie au-dessus de ce socle ancien, un ensemble schisto-quartzocalcaire également cristallophyllien mais localement à peine métamorphique et discordant cartographiquement sur le socle, dont le dépôt, toujours selon les données géochronologiques se situerait entre 1125 et 550 MA.

La totalité des terrains de Madagascar, en effet, a été reprise entre 450 et 550 MA par un épisode thermotectonique qui se manifeste le plus clairement par le rajeunissement général des biotites, de nombreux granites surtout stratoïdes, des pegmatites, et qui s'apparente nettement à l'épisode thermotectonique pan africain de 500 MA. Le problème essentiel qui se pose actuellement à Madagascar est de déterminer dans chaque région à quoi correspond exactement cet épisode : orogénèse normale, avec sédimentation géosynclinale et métamorphisme régional progressif, ou seulement réactivation thermique, avec surtout granitisation de roches cristallines plus anciennes, ou conjugaison de ces deux possibilités.

L'application de ce schéma au Nord-Est conduit H.BESAIRIE en 1952 à placer dans le Système du Vohibory la série pyroxéno-amphibolique de l'Alaotra et les ectinites de Sahantaha, et à considérer les schistes peu métamorphiques de l'Andrarona comme un équivalent de la série schisto-quartzocalcaire terminale du socle, tandis que le reste du socle est rangé dans le Système du Graphite.

En 1956, dans sa synthèse au 1/500.000° plus détaillée H.BESAIRIE modifie quelque peu ce point de vue en intégrant également la plus grande partie des séries côtières comprises entre Soanierana et Tamatave (série "micaschisteuse" de Vavatenina dans un sens plus élargi) au Système du Vohibory, ainsi d'ailleurs que quelques niveaux à prédominance amphibolique en enclaves dans les granites d'Antongil.

3- La phase de reprise au 1/100.000° : 1958 à 1967, développement du problème du Vohibory côtier. - En 1958, P.BUSSIERE dresse une carte au 1/100.000° des feuilles Vavatenina Fénérive et admet comme J.AUROUZE l'idée d'une discordance de la série micaschisteuse côtière ou série de Vavatenina sur la série migmatitique interne (appelée ici série du Karobe), bien que cette discordance n'ait jamais été en fait réellement observée sur le terrain.

La même année, R.GIRAUDON lève les feuilles d'Antanamalaza et Foulpointe situées immédiatement au Sud et ne s'accorde pas avec les vues des auteurs précités. Il crée la série d'Ambodiriana, ensemble indifférencié de gneiss, migmatites et micaschistes qui englobe les deux séries précédentes et dans laquelle il ne voit pas de discordance, à quelque niveau que ce soit. La position de la série d'Ambodiriana, dans l'optique de la **stratigraphie** classique du socle pose néanmoins un problème. En effet, à l'Ouest, les gneiss du Manampotsy, niveaux caractéristiques du Système du Graphite succèdent apparemment en superposition normale aux migmatites de la série d'Ambodiriana, mais le

style de plissement isoclinal à déversement Est commun aux deux séries, ne permet pas à R.GIRAUDON de préciser avec certitude les rapports stratigraphiques des deux séries. R.GIRAUDON différencie cependant à l'intérieur de la série d'Ambodiriana, à 20km à l'Est du contact principal Manampotsy-Ambodiriana, un ensemble de gneiss graphiteux qu'il assimile au Manampotsy et qui semble bien apparaître ici en structure synclinale normale superposée aux migmatites d'Ambodiriana. Tenant compte de ce fait, il admet d'abord (rapport de fin de campagne 1958) que superposition géométrique et stratigraphie concordent, et qu'ainsi la série côtière d'Ambodiriana constitue un ensemble plus ancien que le Système du Graphite. Mais il revient ensuite sur sa première opinion et adopte la succession inverse (thèse Clermont 1960). La série d'Ambodiriana, chevauchée par les formations graphiteuses, est considérée alors malgré les différences géochimiques comme l'équivalent stratigraphique de la série vohiborienne synclinoriale du Beforona-Alaotra.

En 1959, je participe, avec O.DOTTIN, J.MARCHAL et M. RANTOANINA au lever des 8 feuilles côtières de la région Soanierana-Rantabe. L'ancienne masse granitique de l'Antongil est divisée en un ensemble granitique côtier et en un ensemble migmatitique à épidote interne à intercalations ectinitiques résiduelles ou série de Mananara (O.DOTTIN). A l'Ouest, les séries graphiteuses sont représentées par la série d'Antenina (G.HOTTIN) caractérisée par l'abondance des niveaux de gneiss à biotite et grenat, à graphite accessoire commun. A notre niveau, la série gneissique à grenat et graphite d'Antenina nous paraît bien située stratigraphiquement au-dessus de l'ensemble à épidote, mais au Sud et au Nord, O.DOTTIN et J.MARCHAL laissent subsister (malgré la mise en évidence chez J.MARCHAL de la structure synclinoriale d'Antara) la possibilité du déversement ou du charriage de la série d'Antenina sur les migmatites à épidote.

En 1960, la prospection des tampoketsa et de la zone faîtière me donne l'occasion de prendre contact avec les formations de l'Androna et des hauts plateaux.

En 1962, la mission BRGM de B.FOISSY lève en détail la moitié orientale du synclinorium de Sahantaha proprement dit, au Nord-Ouest de Maroantsetra.

En 1963, j'effectue le lever de la totalité de la presqu'île Masoala avec raccord au Nord-Ouest, aux levers de B. FOISSY sur la série de la Sahantaha, ce qui m'amène, dans le rapport annuel du Service Géologique (1963) à exprimer pour la première fois l'hypothèse de l'équivalence stratigraphique possible de la série de Sahantaha à l'Ouest et des schistes peu métamorphiques de l'Andrarona à l'Est, compte tenu de la décroissance du degré de métamorphisme d'Ouest en Est, et des analogies géochimiques entre ces deux séries. J'abandonne cependant cette idée dans mon rapport final, faute de preuves dans la limite de mes levers de terrain, d'un passage continu Sahantaha-Andrarona.

En 1964, M.BERTUCAT (BRGM) lève la région d'Antalaha et ses observations tendent à démontrer l'existence de ce passage continu Sahantaha-Andrarona. Il écrit : "la série de Sahantaha, tout comme les schistes et quartzites de l'Andrarona ..., dérive de sédiments continentaux et épicontinentaux déposés sur un socle ayant déjà subi une histoire géologique probablement complexe. La mise en évidence d'un métamorphisme décroissant d'Ouest en Est permet de concevoir une seule et même série qui par suite d'un ensevelissement plus important à l'Ouest, aurait subi un métamorphisme plus intense". (Semaine géologique 1964). Par la même occasion, M.BERTUCAT confirme l'idée de socle pour les granites d'Antongil.

La même année, avec C.ALSAC, J.JOO', E.LIANDRAT, J. RASOAMAHENINA, je participe aux levers des 10 coupures de l'Androna. La synthèse commune présentée en conclusion à la Semaine géologique 1964), met en relief l'existence d'une série graphiteuse réduite en position anticlinale sous une série migmatitique pyroxéno-amphibolique ou amphibolique monotone qui couvre la majeure partie de la région, ainsi que le caractère stratoïde remarquable, de la plupart des granites de l'Androna. Je suis également chargé en 1964, de préciser le raccord de ces séries de l'Androna avec les séries côtières à épidote par les coupes de la Rantabe et de la Fanambahy. La découverte, au cours de la mission, d'indices de minéralisations nickélifères dans les ultrabasites de la région de Mananara m'amène, en 1965, à reprendre en prospection détaillée la région interne de Mananara, et à déborder largement sur la feuille Rantabe au Nord, à l'occasion de visites de gisements de quartz piézoélectrique. L'exploitation de ces nouveaux résultats permet alors de dresser une première synthèse de la région Antongil-Androna, dans lesquelles sont présentées les bases d'une nouvelle interprétation structurale et stratigraphique avec la distinction de trois ensembles principaux (voir planches 2, 3 et 4) :

-un ensemble synclinorial occidental à dominance calcoferromagnésienne correspondant au sillon du Beforona-Alaotra, prolongé au Nord par la fosse principale de l'Androna.

-un ensemble intermédiaire à dominance silicoalumineuse constitué par une ride médiane migmatitique bordée à l'Ouest par les séries graphiteuses (gneiss, migmatites et leptynites) du Manampotsy et de l'Andranokely, à l'Est par les séries synclinoriales ectinitiques moins métamorphiques de la Sahantaha-Andrarona et de l'Antenina.



-un ensemble oriental granitomigmatitique riche en épidote (Antongil) qui paraît antérieur aux séries silicoalumineuses d'Antenina, de Sahantaha et de l'Andrarona.

Cette interprétation remet en question l'assimilation (admise notamment dans la nouvelle carte de synthèse à l'échelle du 1/1.000.000^e publiée par H.BESAIRIE en 1964), au Vohibory terminal de toutes les séries côtières, y compris l'Antongil, assimilation qui semblait devoir s'imposer par raison de continuité, à partir du moment où l'on admet l'appartenance au Vohibory des séries indifférenciées de Vavatenina et d'Ambodiriana, au Sud.

C'est pour tenter d'apporter une solution à ce problème que je fus chargé, en 1966, de l'étude de 2 zones jugées particulièrement favorables :

-au Sud, les feuilles Vavatenina-Fénériver, en révision de la cartographie au 1/100.000^e et la feuille Vohimenakely en lever régulier, afin d'établir la liaison au delà de la falaise, avec les levés BRGM de l'Alaotra dans le but d'éclaircir à ce niveau le problème des relations entre les différentes séries côtières et internes.

-au Nord le lever de la zone forestière impénétrée du Mahakiry (feuille Ambodihazomamy et abords) pour essayer d'y préciser, les relations entre les formations de l'Androna, le prolongement de la Sahantaha et les granites d'Antongil sous-jacents.

II- PRESENTATION ET BUT DE L'EXPOSE.- Le but principal de cet essai est de faire le point, en rassemblant l'essentiel des connaissances acquises sur cette région.

On pourrait s'étonner, qu'après avoir mis l'accent sur la progression des levers au 1/200.000^e et au 1/100.000^e, les cartes synthétiques présentées soient établies à l'échelle du 1/500.000^e. En fait, nos levers personnels ont été effectués et publiés au fur et à mesure à l'échelle du 1/100.000^e (12 coupures) et nous avons souvent utilisé sur le terrain l'échelle de la photo aérienne (1/40.000^e) pour les levers d'itinéraires, tandis que la révision des feuilles Vavatenina-Vohimenakely était réalisée directement sur les fonds topographiques au 1/50.000^e en courbes de niveau récemment publiées par le Service géographique.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que la plupart des cartes au 1/100.000^e et à fortiori celles au 1/200.000^e, restent des cartes de grande reconnaissance, de valeur très inégale et que le choix de l'échelle des cartes est surtout dicté par la commodité.

Ainsi, à l'époque du 1/200.000^e, il n'existait encore aucune couverture photographique de la région. Le seul fond topographique utilisable était le 1/200.000^e du service des Mines, dû au travail considérable sur le terrain pendant une trentaine d'années des agents du Service des Mines et complétée d'ailleurs progressivement par les brigades géologiques en mission. Excellent pour la triangulation et pour la toponymie en général, ce fond était forcément très incomplet pour la topographie et la planimétrie de détail.

En outre, la surface à couvrir par le géologue pendant une mission normale de 7 à 8 mois (2 feuilles au 1/200.000^e soit environ 10.000 km²) lui interdisait pratiquement de quitter les routes, pistes ou sentiers existants.

Dans tout ce secteur du Nord-Est très deshérité du point de vue routier, la maille moyenne réalisée, si elle descend généralement en dessous de 5 km dans les zones de peuplement importantes comme l'Androna, l'Alaotra ou les zones côtières du Sud, reste dans les zones désertiques et forestières de l'ordre de 10 à 15 km ; et d'importants massifs forestiers de plusieurs centaines ou du millier de km² comme l'Antara, le Kambolaza, le Mahakiry, la presque île Masoala, demeureraient après l'achèvement du 1/200.000^e en 1952, pratiquement impénétrés.

La reprise au 1/100.000^e bénéficiait de la couverture photographique aérienne au 1/40.000^e et fréquemment de fonds topographiques réguliers ou provisoires (TPFR) au 1/100.000^e édités par le Service géographique de Madagascar (annexe de l'Institut Géographique National de Paris), du moins pour les zones découvertes de l'Androna et de l'Alaotra. Mais pour la zone côtière, les premiers levés en 1958-1959 devaient être encore réalisés uniquement à partir des photos aériennes, les TPFR dans cette région, n'apparaissant qu'à partir de 1960-61.

La maille résultante est ainsi de l'ordre de 2 à 3 km sur l'Androna, l'Alaotra et les zones de peuplement Betsimisaraka. Elle descend à moins d'un kilomètre dans les secteurs d'intérêt particulier : levés BRGM au 1/50.000^e sur la série de l'Alaotra ou la Sahantaha au 1/20.000^e et au 1/50.000^e sur la zone à ultrabasites de la région de Mananara et au 1/50.000^e sur les secteurs clés de l'Androna et de la région de Vavatenina-Vohimenakely.

Néanmoins, dans les zones forestières internes, la maille reste généralement supérieure à 5 km, et dans les massifs forestiers vierges comme le Mahakiry ou Masoala, nos coupes rejoignent péniblement la maille moyenne en forêt du 1/200.000^e,

soit 10 à 15 km. Cependant, il faut dire que ces coupes, obligatoirement limitées aux layons taillés en bordure des rivières qui sont les seuls repères topographiques en forêt impénétrée donnent le maximum de renseignements géologiques possible. La lenteur de la progression moyenne (2 à 4 km par jour) permettant en plus de consacrer le temps voulu (en sus de la chasse aux sangsues terrestres) à l'examen et aux méditations sur l'affleurement, quand il existe.

En définitive, la carte au 1/500.000^e apparaît justifiée car elle donne une image satisfaisante de l'avancement réel des levers dans ces zones forestières déshéritées.

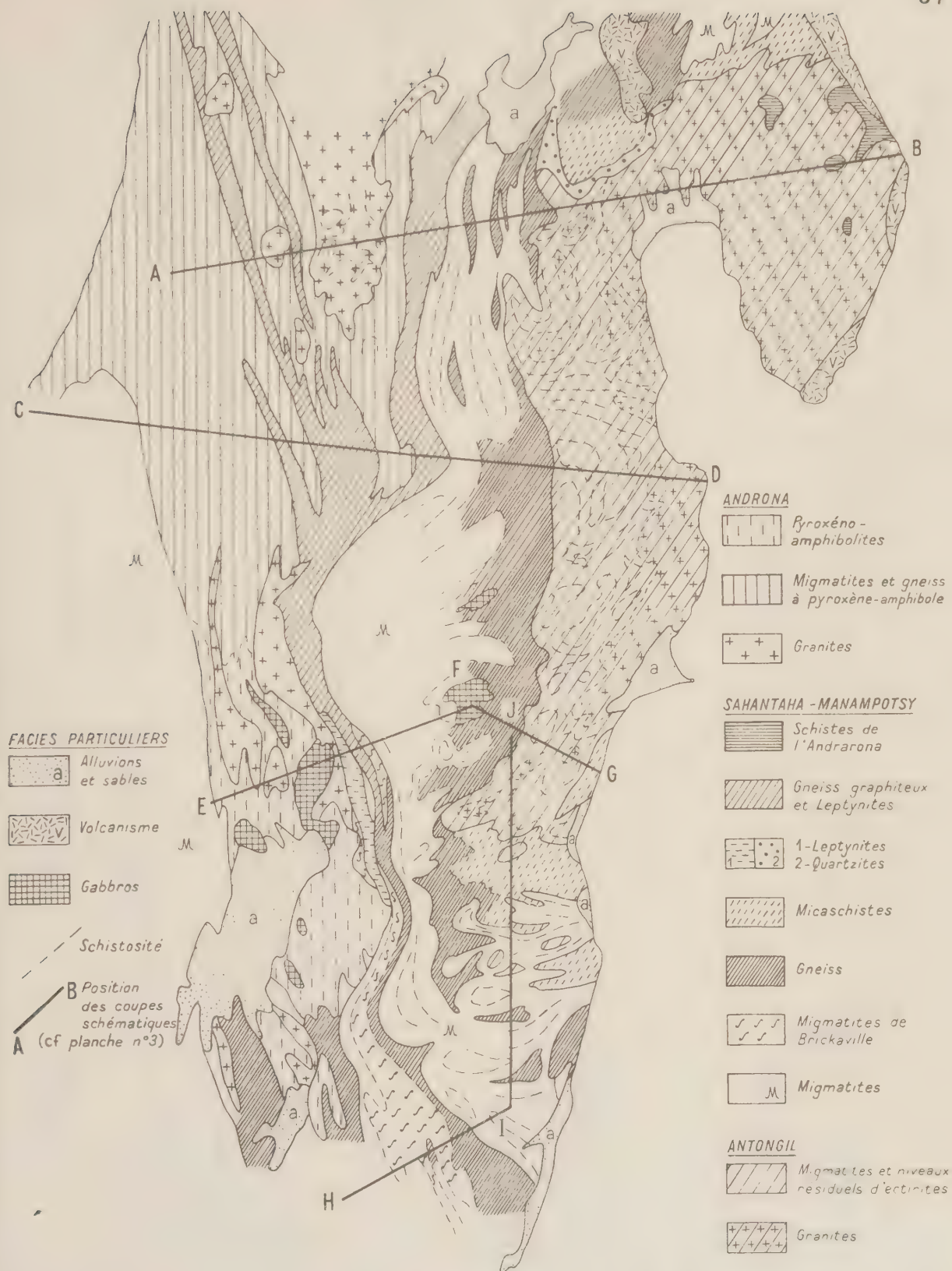
Je me réserve en plus, dans le cours de l'exposé la possibilité de préciser les points litigieux par des planches à petite échelle directement issues des levers de terrain ou des cartes au 1/100.000^e publiées.

Il m'a paru nécessaire, enfin, pour mieux faire ressortir les différents ensembles structuraux d'inclure à l'Ouest de mon propre terrain d'étude (Masoala, Mandritsara, Fénérive) la série du bas Androna, dont, à part deux coupes d'ensemble, je n'ai qu'une connaissance limitée à la région de Mandritsara. Au Sud également, l'ensemble de la série de l'Alaotra que je connais seulement par mes levers sur la feuille Vohimenakely a été reproduite en utilisant les levers les plus récents du BRGM, tandis qu'à l'extrême Nord, j'ai utilisé les levers de M.BERTUCAT pour fermer la zone de l'Antongil située entre Sahantaha et Andrarona, hors de mon secteur principal d'étude.

I^{ère} PARTIE

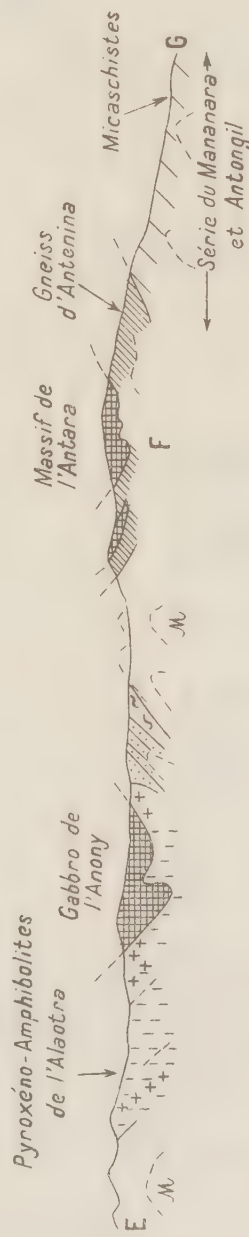
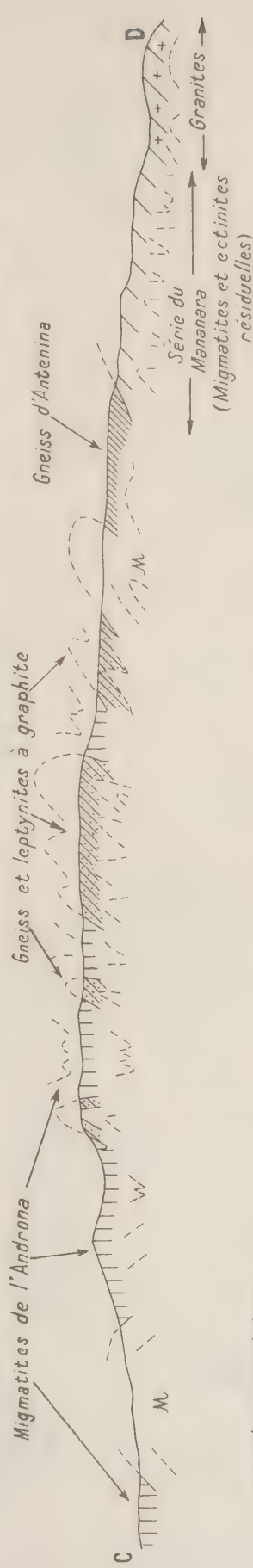
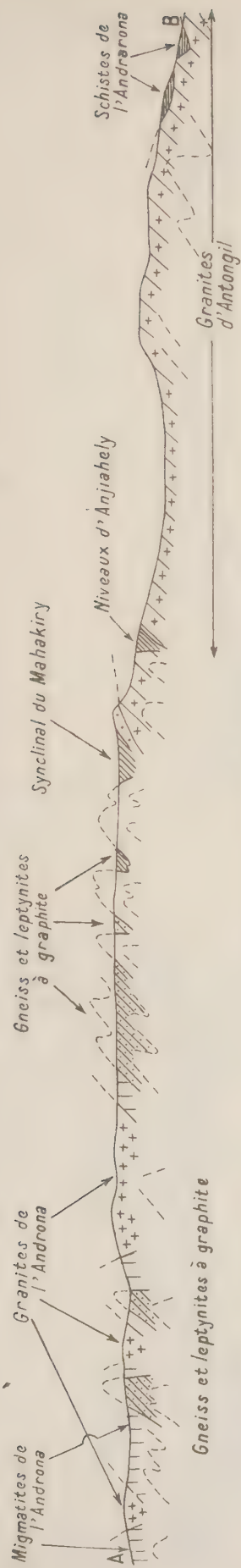
ANALYSE PETROGRAPHIQUE ET

STRUCTURALE



PRINCIPAUX ENSEMBLES PETROGRAPHIQUES ET STRUCTURAUX

Echelle : 1/2.000.000^e



COUPES SCHEMATIQUES

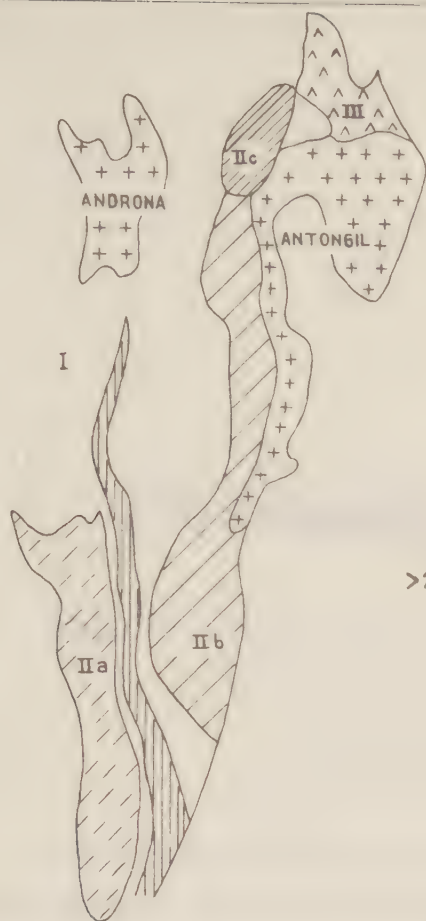
montrant les relations géométriques apparentes entre les principaux ensembles.

Position des coupes et légende : planche 2

Echelle : 1/1000.000

NORD - EST

Ancien schéma stratigraphique



III Schistes et quartzites (Primaire)?

~~~~~ Discordance

### II a, b, c Système du Vohibory

Age > 2600 MA  
~~~~~ Discordance locale ?

I Système du Graphite



+++
++ Granites: Age ≥ 450 MA

SCHEMA PROPOSE

II' ALAOTRA-ANDRONA ~

Vohibory S.S.

~~~~~ Discordance possible

### II SAHANTAHA-MANAMPOTSY ~

surtout au Graphite avec les séries de:

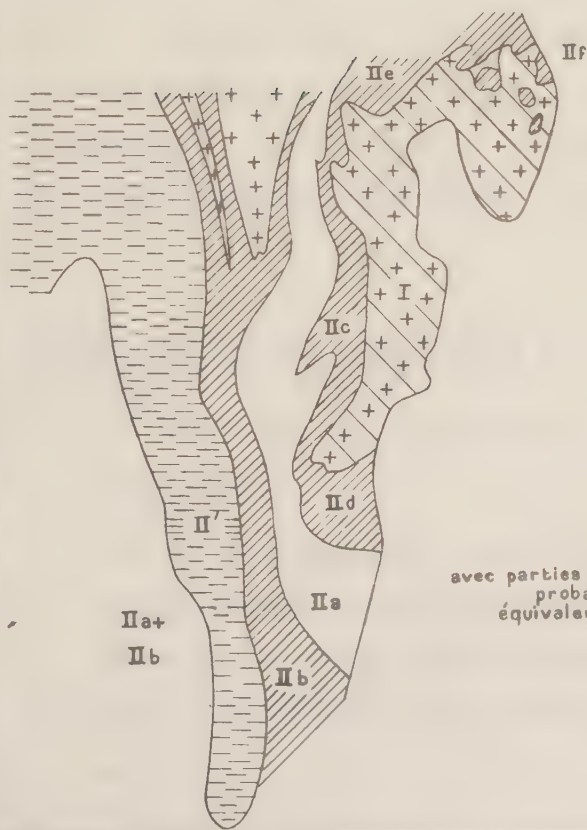
- II f Andrarona
- II e Sahantaha
- II d Vavatenina
- II c Antenina
- II b Manampotsy-Brickaville

II a Migmatites  
~~~~~ Discordance ± oblitérée

I ANTONGIL : Granites, migmatites

avec parties remobilisées
probables
équivalentes de

+++ Granites : Age ≥ 450 MA



A - UNITES PRINCIPALES

Nous décrirons successivement les groupes précambriens
de l'Antongil
du Sahantaha-Manampotsy
de l'Androna.

Les roches intrusives (surtout basiques), antémétamorphiques seront traitées en même temps que le groupe précambrien dans lequel elles se trouvent.

Les roches intrusives et les formations sédimentaires récentes feront par contre l'objet d'un chapitre spécial et nous terminerons cette partie descriptive par l'inventaire des principales possibilités minières de la région.

I- LE GROUPE DE L'ANTONGIL à l'Est se subdivise en :

- un ensemble granitique qui constitue le massif granitique d'Antongil.
- et en un ensemble migmatitique ou série de Mananara à intercalations ectinitiques résiduelles (type niveaux d'Anjiahely) qui se trouvent généralement concentrées en position sommitale, au-dessus des principales zones granito-migmatitiques.

L'abondance de l'épidote donne un cachet d'uniformité à l'ensemble du groupe.

La signification de ce minéral est diverse :

-minéral normal de zone dans les ectinites résiduelles riches en niveaux calciques,

-minéral accessoire banal des migmatites et granites communs, monzonitiques et granodioritiques, riches en enclaves basiques calciques,

-minéral de rétro-morphisme probable,

-enfin minéral d'altération secondaire lié aux mouvements tectoniques qui ont affecté jusqu'au quaternaire, la plus grande partie de cette zone.

Le groupe de l'Antongil, tel qu'il est défini ci-dessus, correspond cartographiquement à l'ancien Système du Vohibory côtier amputé au Sud des séries micaschisteuses de Vavatenina et de la série migmatitique indifférenciée d'Ambodiriana.

II- LE GROUPE DU SAHANTAHA-MANAMPOTSY dans la zone centrale comportera ensuite :

1- Les séries orientales synclinoriales bien différenciées à dominance ectinitique :

-du Sahantaha-Andrarona au Nord : phyllades et schistes sériciteux à l'extrême Ouest, quartzites et cipolins à l'Est, micaschistes à disthène sillimanite puis gneiss à sillimanite de la Sahantaha proprement dite,

-de Vavatenina au Sud : micaschistes quartzeux à disthène sillimanite dominants,

-de l'Antenina-Antara dans la partie centrale : gneiss à biotite, grenat, disthène sillimanite dominants, niveaux quartzitiques et leptynitiques.

2- Une vaste zone intermédiaire migmatitique à faciès rubané dominant, embrechitique ocellé accessoire, vaste ensemble anticlinorial qui constitue l'ossature de la falaise à l'Ouest, englobe au Sud la série côtière d'Ambodiriana, et se décompose en une succession de plis serrés à déversement Est fréquent (dans la zone de la falaise), ou Nord (dans la série d'Ambodiriana).

Les niveaux amphiboliques et amphibolopyroxéniques, en général grenatifères, sont communs dans les migmatites à l'Ouest, alors que les intercalations ou écaillés d'ectinites résiduelles identiques à celles des séries synclinoriales précédentes, se concentrent plutôt sur la moitié orientale de l'anticlinorium : gneiss et migmatites à biotite, grenat et graphite, sillimanite, et quartzites à minéraux divers : grenat, sillimanite, pyroxène.

3- Les séries graphiteuses et silico-alumineuses du Manampotsy et de l'Andranokely, sur le flanc occidental de l'anticlinorium précédent. Le niveau célèbre des migmatites à amphibole et grenat de Brickaville au Sud s'intercale dans les gneiss du Manampotsy et passe latéralement au niveau de l'Alaotra, aux leptynites des chaînes de l'Andribabe qui se fondent ensuite progressivement (région de Mandritsara) dans les gneiss et migmatites à graphite de l'Andranokely.

Dans l'ensemble du groupe, le caractère silico-alumineux dominant des séries ectinitiques et des migmatites, ajouté à la croissance régulière du degré métamorphique d'Est en Ouest, explique la rareté de l'épidote dans les séries orientales, puis sa disparition totale au niveau de l'anticlinorium migmatitique.

Le grenat almandin est par contre largement répandu, tandis que les pyroxènes, inconnus ou à l'état de reliques dans le groupe de l'Antongil, apparaissent massivement vers l'Ouest.

Ces constatations font que la distinction zonéographique essentielle d'une série interne à grenat et d'un ensemble côtier à épidote, adoptée sur les premières cartes de reconnaissance au 1/200.000^e par J.AUROUZE et H. de la ROCHE dans la zone interne de Mananara, qui semblait à l'origine surtout zonéographique, trouve ici localement une justification géochimique et stratigraphique supplémentaire, séparant les gneiss d'Antenina des migmatites de Mananara riches en éléments calciques.

Mais au Sud et au Nord, dans les séries de Sahantaha, de Vavatenina et d'Ambodiriana, cette distinction minéralogique et zonéographique perd sa signification stratigraphique, les isogrades de métamorphisme, orientés sensiblement Nord-Sud parallèlement aux sillons internes, recoupent en effet ici franchement les directions structurales dominantes Est-Ouest à Nord-Est-Sud-Ouest de ces trois séries.

III- LE GROUPE DE L'ANDRONA se superpose enfin à l'Ouest aux formations silico-alumineuses et graphiteuses du Manampotsy et de l'Andranokely. Il se subdivise en deux unités essentielles.

-au Sud la série pyroxénoamphibolique synclinoriale du Beforona-Alaotra à dominance ectinitique, caractérisée par l'abondance des roches basiques orthogneissifiées (gabbros de l'Alaotra).

-au Nord la série migmatitique monotone de l'Androna à faciès hétérogène dominant (faciès épibolite ou lit par lit fréquent), nombreux résidus de gneiss à hypersthène et diopside

ferrifère. Les niveaux pyroxéno-amphiboliques sont communs, parfois associés à des résidus de gabbros orthogneissifiés de type Alaotra.

La série migmatitique de l'Androna est envahie par une granitisation stratoïde de grande ampleur qui se développe principalement à l'Est : massif granitique de l'Androna au Nord de Mandritsara. La zone granitisée correspond à de vastes secteurs de migmatites granitoïdes (faciès agmatites fréquents) et à des granites "stratoïdes" divers qui débordent largement de part et d'autre de la zone granitique principale.

Le métamorphisme est maximal dans la série au niveau de la zone granitisée : faciès granulite à hornblende. Il décroît ensuite vers l'Ouest mais reste néanmoins pour l'ensemble dans le faciès amphibolite profond.

Dans l'Androna comme dans l'Alaotra, la granitisation sous ce faciès des roches pyroxéniques ferrifères (gabbros, norites et anorthosites orthogneissifiés et roches dérivées entre autres) aboutit fréquemment à des faciès malgachitiques (séries charnockitiques plus ou moins basiques typiques).

Structuralement, la série migmatitique de l'Androna ; superposée aux séries silico-alumineuses et graphiteuses, prolonge le synclinorium du Beforona-Alaotra, considéré avec son homologue d'Andriamena, à l'Ouest de l'anticlinorium majeur d'Ambakirena comme un type des formations Vohiboriennes terminales classiques.

Cette série, zone de convergence évidente des sillons terminaux d'Andriamena et du Beforona-Alaotra, semble donc bien devoir dans cette optique ne pouvoir s'interpréter que comme une fosse géosynclinale "Vohiborienne" majeure qui s'élargirait progressivement vers le Nord-Ouest jusqu'au niveau du Sambirano.

IV- LES ROCHES BASIQUES ET ULTRABASIQUES ANTEMETAMORPHIQUES.-

L'étude pétrographique et la signification de la répartition préférentielle des roches basiques et ultrabasiques plus ou moins métamorphisées dans les différentes unités du socle a déjà été traitée dans le Sud de notre secteur, au niveau de la série d'Ambodiriana, par R.GIRAUDON qui en a fait le sujet principal de sa thèse : il considère que toutes ces roches correspondent à un ensemble unique qui s'est mis en place dans les systèmes du Vohibory et du Graphite entre 1850 et 2600 MA, et pour lequel il crée le terme de série basique de la Rianila. Nous ne suivrons pas ce schéma dans cette première partie analytique, et les faciès basiques ortho seront décrits en même temps que leur contexte.

V- LES ROCHES INTRUSIVES ET EFFUSIVES ET LES SEDIMENTS RECENTS.-

Les mouvements tectoniques postjurassiques (crétacé, quaternaire) s'accompagnent de manifestations intrusives et effusives dykes "doléritiques" et coulées basaltiques crétacées, volcans pléistocènes de l'Ankarimbelo, massif syénitique à structure annulaire de l'Anjanarihibe, basaltes des tampoketsa. Les formations sédimentaires continentales (grès et argiles des tampoketsa, séries lacustres de l'Alaotra, de Matsoandakana) leur sont souvent associées. Ces diverses formations seront brièvement décrites.

VI- RESSOURCES MINIERES.- Actuellement, seul le cristal de roche est exploité, surtout par cueillette, et la majeure partie de la production malgache en quartz piézoélectrique (10 t/an) provient de cette région.

Il existe des ressources potentielles importantes en ilménite (plusieurs millions de tonnes) dans les sables de plage.

Des indices de chrome, nickel et platine sont connus, liés aux ultrabasites et leur prospection est à poursuivre.

L'or alluvial des séries de l'Andrarona et de Vavatenina n'est plus exploité.

B - G R O U P E D E L ' A N T O N G I L
 ~~~~~

I- LES GRANITES.- A- Localisation.- Les granites d'Antongil s'étendent sur un peu plus de 250 km, entre Antalaha au Nord et Soanierana-Ivongo au Sud, le long de la côte Nord-Est de Madagascar. Ils constituent un massif original, parmi les plus importants de l'île, qui se différencie, tant par ses caractères de gisement que par sa pétrographie, de la plupart des vastes complexes granitoïdes qui forment l'ossature des hauts plateaux malgaches par exemple.

Le massif d'Antongil se décompose en deux parties principales, séparées par le fossé d'effondrement quaternaire de la baie d'Antongil :

-le massif d'Antongil proprement dit au Nord : presque  
île Masoala et bordure occidentale de la baie d'Antongil,

-le massif de l'Ivontaka au Sud de Mananara ; et en une série de petits dômes satellites, diversement orientés, localisés à l'Ouest et au Sud des deux batholites principaux, dans une zone de 20 à 40 km de largeur qui s'étend depuis la région interne de Rantabe au Nord jusqu'au niveau de Fénériver au Sud.(1)

(1) Toutes les localités citées figurent sur la carte hors texte.



B- Caractères généraux.- Au Sud et à l'Ouest les batholites principaux et leurs satellites sont parfaitement concordants avec leur couverture migmatitique.

Mais au Nord, au contact des séries ectinitiques de la Sahantaha et de l'Andrarona, plusieurs anomalies se font jour :

-Au Nord-Ouest, les quartzites de base subhorizontaux de la série de la Sahantaha paraissent à l'échelle régionale, reposer en discordance sur les granites foliés, très redressés, sous-jacents ; mais dans le détail, les contacts observés sont concordants, et on note aussi localement un enrichissement en feldspath potassique des quartzites à la base qui a été interprété par B.FOISSY comme l'indice d'un métamorphisme de contact.

-Au Nord-Est, certains lambeaux de la série des schistes sériciteux de l'Andrarona reposent franchement en discordance, par l'intermédiaire d'arkoses, sur les granites d'Antongil ; mais on note aussi, accessoirement, que les schistes sériciteux de la même série sont recoupés localement, avec développement d'un métamorphisme de contact à cornéennes et à andalousite, par des granites très proches par leur aspect de certains faciès des granites sous-jacents.

D'ores et déjà, on peut donc affirmer que ce qui est regroupé sous le nom de massif d'Antongil correspond à un ensemble complexe, comportant manifestement des granites d'âges différents.

Cette complexité se traduit d'ailleurs également aux affleurements par une succession de faciès structuraux divers plus ou moins orientés, de granulométrie très variable, et plus ou moins riches en ferro-magnésiens. Ces faciès correspondant en fait, du point de vue chimique, à une suite continue classique allant des diorites quartziques et des granodiorites à amphibole aux granites leucocrates à muscovite, les termes principaux étant calcoalcalins à monzonitiques.





Nous avons mis en relief, dès 1963, cette distinction en trois faciès principaux, d'importance inégale sur le terrain; granodiorites, granites monzonitiques moyens, granites leucocrates à tendance alcaline.

Cette distinction avait été pratiquement adoptée ou retrouvée par la suite par les géologues du BRGM qui étudièrent la bordure Nord du massif :

-faciès sodocalcique, calcoalcalin et alcalin de B. FOISSY au Nord-Ouest de Maroantsetra,

-plagioclasites quartziques et granodiorites, granites monzonitiques d'Antongil et granite microclinique leucocrate de M.BERTUCAT sur la feuille Antalaha. M.BERTUCAT distinguait en outre en certains points de la bordure Nord-Ouest, un faciès grenatifère ou granite du Bezavona "qui prend fréquemment l'allure d'une migmatite oeillée" et qui pourrait bien être, à notre avis, un équivalent des faciès migmatitiques oeillés parfois également grenatifères de la série du Mananara (vallée de la Fahambany), série qui constitue l'essentiel de la couverture normale des granites proprement dits à l'Ouest de la baie d'Antongil.

A l'échelle régionale, la répartition des différents faciès obéit à un certain ordre.

Sur Masoala, les granodiorites sont associées à des zones riches en enclaves amphiboliques. Les faciès calcoalcalins, parfois porphyroïdes, moyens, sont ensuite largement dominants, tandis que les principales zones à tendance alcaline paraissent bien correspondre à des aires anticlinoriales majeures.

Dans l'Ivontaka et dans la zone interne de Rantabe, on retrouve les mêmes faciès mais avec une évolution plus nette



dans les dômes vers les termes alcalins tandis qu'à l'échelle de l'affleurement, l'hétérogénéité est plus poussée avec des alternances métriques à décamétriques des divers faciès et l'apparition de zones d'aspect franchement migmatitique et de septums réduits de schistes cristallins divers (quartzites, gneiss, micaschistes) identiques à ceux de la série migmatitique externe.

Nous avons essayé de tenir compte de ces différents facteurs dans la cartographie ; ce qui nous a amené, en définitive, à séparer 4 faciès principaux, que nous décrirons à la suite :

- faciès granodioritique
- faciès monzonitique moyen ou faciès Masoala
- faciès leucocrate à tendance alcaline
- faciès hétérogène de type Ivontaka

C- Description pétrographique.- 1-Faciès granodioritique.- Ils peuvent exister sous deux formes :

- soit en larges zones, lames ou septa concordants au sein des granites monzonitiques moyens (type presqu'île Masoala);
- soit en petits pointements, passant fréquemment à des diorites quartziques, surtout localisés sur les bordures Ouest du massif (type Rantabe).

a- Presqu'île Masoala.- La zone principale se situe sur la partie Nord-Ouest de la presqu'île. Elle forme une bande de 20 km de largeur maximale, de direction générale Nord-Est concordante avec l'orientation générale des granites encaissants, et qui s'allonge depuis la côte jusqu'à la limite de la feuille Antalaha au Nord, en englobant de part et d'autre de la vallée



tectonique de l'Ambanizana les plus hauts reliefs de la presque île (crêtes de l'Antrafonomby et du Bevontsira).

Le faciès dominant est une roche à grain moyen dont les minéraux cardinaux sont le plagioclase, en grains de 2 à 5 mm, et le quartz. Le quartz est très souvent bleuté et le plagioclase teinté de vert par la saussurite. Les ferromagnésiens communs sont la hornblende et la biotite. La hornblende peut exister seule, mais elle s'accompagne généralement d'une proportion plus ou moins forte de biotite. D'autres faciès sont uniquement à biotite. L'épidote est présente dans tous les faciès, à la fois dans les plagioclases souvent plus ou moins saussuritisés en granules intersticiels ou en amas associés aux touffes de ferromagnésiens. Le sphène est aussi très fréquent, en cristaux bien formés facilement identifiables à l'oeil.

Les textures sont variables. Les zones équantes ou planaires, à enclaves emballées ou au contraire à septa mélanocrates finement grenus, concordants, alternent sur quelques dizaines de mètres, avec des faciès fortement orientés plus leucocrates, à gros grain, avec des schlieren à bords diffus, de grain intermédiaire, plus riches en amphibole, biotite, épidote. Le développement du microcline, surtout dans ces faciès planaires, établit couramment le passage progressif aux granites monzonitiques moyens.

Au microscope, les structures hétérogranulaires sont la règle avec des plagioclases à tendance automorphe presque jointifs dans les faciès équants et une mésostase intersticielle finement grenue réduite. Les faciès planaires, plus communs, ont une structure fréquente à plagioclases hypidiomorphes plus ou moins cataclastiques et saussuritisés, noyés dans une mésostase plus fine à quartz, plagioclase acide et myrmékite, hornblende, biotite, épidote, sphène, microcline rare.

Le plagioclase, lorsqu'il n'est pas saussuritisé, est un oligoclase basique (An 25-An 30), plus rarement une andésine franche (An 35). Il est souvent cataclastique : macles tordues, fractures internes soulignées par une saussuritisation plus intense du cristal.





Le quartz présente généralement des marques d'effort tectonique ; il forme des amas interstitiels à extinction onduleuse, se résolvant le plus souvent en une structure caractéristique en agrégats de quartz polyédriques dans les faciès équants. De même dans les faciès planaires, apparaît couramment une structure en réseau flexueux, à extinction onduleuse passant à des fuseaux de quartz plus ou moins polyédriques.

Les minéraux ferromagnésiens principaux : hornblende, biotite, épidote ferrifère, tendent à se grouper en agrégats auxquels s'associent fréquemment sphène et ilménite. L'amphibole montre parfois des traces de pseudomorphose apparente en biotite : développement de paillettes le long des clivages internes, amas de biotite à bordures losangiques, mais il semble qu'on ne puisse pas généraliser ce phénomène, et expliquer ainsi notamment le passage des faciès granodioritiques à amphibole aux faciès à biotite. Sur le terrain, il paraît en effet exister deux lignées possibles dans les granodiorites, l'une à amphibole, l'autre à biotite, chacune d'entre elles possédant ses enclaves mélanocrates à minéraux primaires caractéristiques : amphibole dans les faciès amphiboliques, biotite dans les faciès biotitiques. La saussuritisation commune des plagioclases ne permet cependant généralement pas de s'assurer, à partir de l'examen au microscope, que cette différence correspond comme il est probable, à une distinction plus précise dans le groupe des granodiorites au sens large, entre des granodiorites sensu stricto à amphibole et andésine et des faciès akéritiques à biotite oligoclase.

Le microcline, noiré ou faiblement perthitique, est accidentel dans les granodiorites. Parmi les minéraux secondaires et accessoires on trouve le sphène, en cristaux souvent résiduels, l'apatite, en baguettes et granules automorphes abondants, l'ilménite, la magnétite, quelques zircons, la calcite. La saussuritisation donne naissance à des associations variables à séricite zoizite ou à biotite verte, épidote plus ou moins ferrifère, comme nous le verrons plus loin.

En dehors de cette zone principale du Nord-Ouest de la presqu'île Masoala, les granodiorites existent en passées concordantes fréquentes dans la masse des granites akéritiques et monzonitiques moyens, et les lames d'oligoclasites quartzites leucocrates décrites par M.BERTUCAT à proximité du contact avec la série de Sahantaha-Andrarona semblent devoir, en particulier, se ranger dans le type granodioritique à tendance akéritique.

Les granodiorites renferment de nombreuses enclaves mélanocrates à structure grenue fine. Leur taille dépasse couramment plusieurs mètres en allongement, pour une puissance moyenne de quelques décimètres à un mètre. La texture, massive au centre, s'oriente communément en bordure, conformément à l'encaissant. On passe ensuite généralement aux granodiorites à quartz bleuté par une alternance de bandes sombres centimétriques à décimétriques constituées par des résidus d'enclaves effilochées et de bandes quartzo-plagioclasiques claires montrant fréquemment une concen-



tration préférentielle de ferromagnésiens recristallisés en gros éléments en bordure.

Les alignements d'enclaves orientées peuvent souvent être suivies sur plusieurs centaines de mètres, en concordance avec l'encaissant. Les enclaves se subdivisent en deux types dominants. Le premier, très répandu, a une composition de diorite quartzique micacée, le second est amphibolique.

Au microscope, le type micacé comporte un oligoclase basique, dans la plupart des cas plus ou moins saussuritisé, du quartz, de l'amphibole brunâtre rare, souvent maclée et à bordures décolorées, de la biotite brune en fines paillettes bien formées, dispersées à travers l'enclave, sans aucun rapport avec l'amphibole, et contenant souvent de nombreuses inclusions de rutile (sagénite). Un clinopyroxène ouralitisé existe parfois (X.3426). Les plagioclases renferment parfois un peu d'antiperthite. Le feldspath potassique peut aussi exister en perthite intersticielle. L'épidote, abondante, l'orthite, le zircon, l'apatite et les minerais opaques (ilménite et magnétite) sont les éléments accessoires habituels.

Le type amphibolique a un aspect de diorite quartzique plus ou moins grenue (type X.3438 à structure grenue assez large à antiperthite rare, quartz et andésine ~~An~~ 35 cataclastiques, hornblende verte, clinopyroxène et rare biotite) ou au contraire correspond à un type banal d'amphibolite granonématoblastique à grain fin à hornblende épidote dominants.

b- Bordure Ouest du massif. - Au Sud de Rantabe, les granodiorites orientées à amphibole de la corniche Antavaratra à septums basiques concordants semblent le prolongement de la zone principale de la presqu'île Masoala.

Mais au Nord de Rantabe, en particulier au Nord de la baie de Tampolo, on rencontre des faciès biotitiques ou amphiboliques équants ou orientés, assez différents à première vue des précédents : en effet, bien que les contacts en place n'aient pas été observés, les affleurements consistant en chaos de





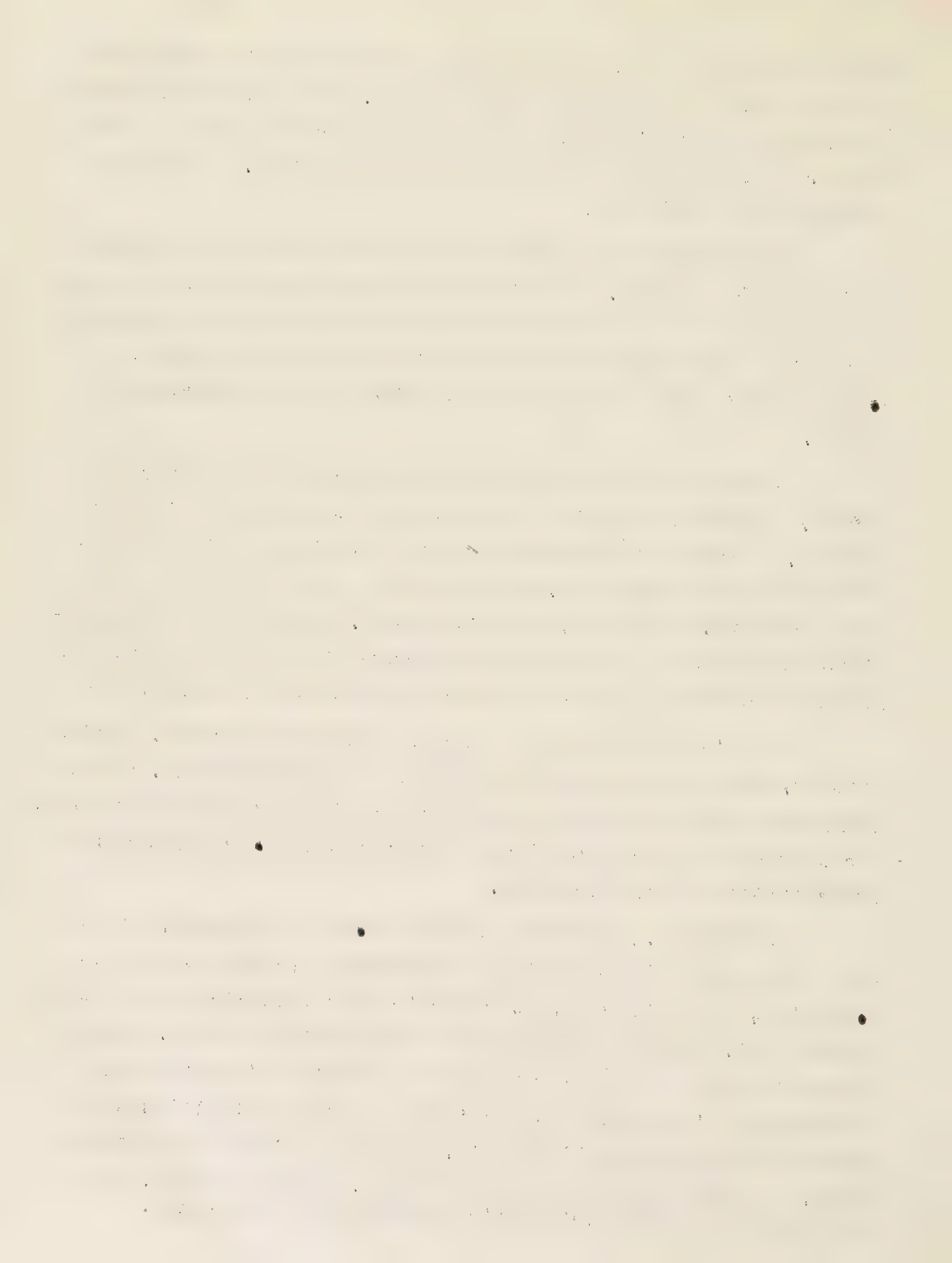
boules en bord de mer, le caractère intrusif paraît indéniable, avec la coexistence sur les mêmes boules, d'enclaves mélanocrates classiques et d'enclaves enallogènes décimétriques à bords francs, déplacées les unes par rapport aux autres, de gneiss quartzeux ou surmicacés.

Des pointements identiques semblent également jalonner, le long de la Voloina, la bordure des dômes granitiques annexes, au contact des niveaux ectinitiques résiduels de type Anjahely sans qu'il soit néanmoins possible de préciser ici aussi le contact exact avec les granites des dômes ou les ectinites externes.

Dans les zones internes de Mananara et de Soanierana-Ivongo, de petits "massifs" de diorites quartziques à "faciès ancien", à contours hypothétiques ont été signalé dès les premières reconnaissances (J.AUROUZE 1950), soit en dehors de la zone granitique principale de l'Antongil, dans la série migmatitique du Mananara (diorites de Marovoara et du Sud de Soanierana-Ivongo notamment), soit en bordure des granites (Manambolosy).

Il s'agit toujours de roches à structure grenue, parfois foliées, plus ou moins cataclastiques et saussuritisées, à clinopyroxène ouralitisé qui sont donc parfaitement indistinguables, sur la base de leurs principaux caractères pétrographiques des granodiorites de type Masoala.

Néanmoins, il semble que leur mode de gisement, c'est-à-dire leur apparition brutale en pointements isolés au sein de formations très diverses, au contraire des granodiorites de type Masoala qui, passent graduellement aux granites moyens, permet de les séparer de ces dernières et accrédite l'hypothèse de l'existence d'au moins deux familles de roches dioritiques et granodioritiques dans l'Antongil, peut être d'âges très différents, et encore rendues plus uniformes, accessoirement, par la cataclase et la saussuritisation généralisées du groupe.





2- Granites monzonitiques moyens : faciès Masoala. - Leurs affleurements forment l'essentiel du massif. Les textures sont très hétérogènes avec des alternances métriques à décamétriques, à l'affleurement, des principaux types suivants :

-faciès "porphyroïde" accidentel

-faciès communs à grain moyen, souvent fortement planaires et plus ou moins riches en ferromagnésiens,

-faciès plus leucocrate, généralement équant.

Le faciès porphyroïde, d'aspect plus ou moins homogène, se caractérise par l'abondance de gros porphyroblastes de microcline rose, généralement maclés Carlsbad, développés dans une mésostase moyennement grenue, souvent à orientation fruste, qui peut être recoupée par les porphyroblastes. Les ferromagnésiens (biotite, hornblende, épidote) tendent à former des agrégats centimétriques dispersés sur le fond de la roche.

La biotite est communément associée à la hornblende, mais la persistance de type essentiellement amphiboliques, d'aspect aussi évolué (aussi riches en microcline), que les termes biotitiques, laisse supposer, comme pour les granodiorites, qu'il n'y a pas nécessairement évolution, par destruction de l'amphibole, vers les termes à biotite ; mais qu'au contraire ces divers faciès traduisent la persistance de différences géochimiques originelles.

Les faciès communs à grain moyen prennent fréquemment une allure "migmatitique", donnée par l'orientation des porphyroblastes fusiformes plus rares de microcline, et les ferromagnésiens en cloisons ou fuseaux étirés. Ces fuseaux montrent toujours l'association en proportions variables d'amphibole, biotite, épidote. Les sphène est commun. Les schlieren mélanocrates à biotite, les passées granodioritiques, soulignent la



schistosité. Les concentrations résiduelles amphiboliques, amphibolo-biotitiques et épidotiques sont fréquentes.

Les faciès équants à grain moyen à fin, généralement de couleur grise, apparaissent en bandes métriques dans les faciès planaires. L'amphibole est absente. Les seuls ferromagnésiens présents ici étant l'épidote et la biotite, dispersés sur le fond leucocrate.

Les faciès planaires communs et porphyroïdes paraissent passer graduellement aux granodiorites, tandis que les faciès équants plus leucocrates, à bords francs et localement recoupants, paraissent tardifs.

Dans les faciès planaires et porphyroïdes, le microcline se développe en effet tardivement dans une trame granodioritique ayant tous les caractères texturaux et structuraux précédemment décrits : structure cataclastique souvent en mortier, quartz en réseau à extinction ondulante ou en mosaïque de polyèdres, plagioclases hypidiomorphes d'aspect résiduel souvent plus ou moins cataclastiques (oligoclase acide à oligoclase-andésine) toujours plus ou moins saussuritisés et séricitisés. Le microcline forme, lorsque ces caractères n'ont pas été oblitérés par des cataclases et recristallisations tardives, des phénoblastes xénomorphes à bords insinuants, et poecilites (inclusions de quartz et de plagioclases à bordure claire d'albite, centre saussuritisé). La myrmékite est fréquente dans les granules de la mésostase.

D'après les ferromagnésiens, on peut différencier des faciès à amphibole, à biotite amphibole, à biotite, l'épidote étant ubiquiste.

Les faciès à biotite et biotite amphibole, à schlieren et enclaves micacées, sont fréquents partout et dominant largement sur toute la partie Nord et Est de la presqu'île. Dans le Sud et la partie centrale de la presqu'île, les faciès à amphibole sont au contraire dominants. Les faciès les plus caractéristiques renferment de grosses hornblendes parfois centimétriques et de l'épidote, et passent accessoirement par disparition du quartz à des monzonites calcoalcalines à amphibole. Ces faciès amphiboliques contiennent essentiellement des enclaves amphiboliques soit grenues de composition dioritique, soit





schisteuses à épidote, et des hornblendites massives très caractéristiques, parfois de taille métrique, constituées par un enchevêtrement de cristaux trapus d'amphibole de taille centimétrique, de l'épidote en plus ou moins grande proportion, quelques granules de quartz et accessoirement un peu de microcline interstitiel.

3- Faciès leucocrates à tendance alcaline. - Leur grain plus fin et leur couleur rosée à grise les distinguent des précédents. Au microscope, le microcline et le quartz prédominent sur le plagioclase acide en inclusion ou moulé par les plages de microcline. La myrmékite est abondante. Les ferromagnésiens rares sont la biotite en fines lamelles et touffes interstitielles, souvent accompagnée d'un peu de muscovite, et l'épidote.

Du point de vue gisement, ils correspondent à des faciès planaires qui constituent soit l'essentiel de vastes dômes d'allure anticlinale localisés principalement sur les bordures du massif principal (Nord-Ouest de Maroantsetra et Nord-Est de la presqu'île Masoala), soit des passées accidentelles concordantes dans les faciès monzonitiques moyens.

On trouve aussi des faciès leucocrates en bouffées irrégulières à bords diffus, généralement entourées de zones à gros porphyroblastes de microcline, et accompagnées de filonets sécants ou concordants d'aprites et de pegmatites, ou encore en masses et filons sécants à tendance aplitique englobant des enclaves métriques à décamétriques de granodiorites et de granites monzonitiques, ou des faciès planaires à tendance leucocrate précédents.

Le caractère ultime plus évolué de ces bouffées ou filons leucocrates s'impose. Il est moins évident pour les granites planaires leucocrates des dômes anticlinaux, qui passent sur





leurs bordures à des faciès de migmatites ocellées à résidus de schistes cristallins (gneiss, micaschistes, quartzites) inconnus dans la masse des granites monzonitiques de la presque île. On peut donc penser que ces granites d'aspect plus alcalin pourraient également résulter (comme d'ailleurs probablement les faciès plus leucocrates des granites hétérogènes de l'Ivontaka au Sud), de l'assimilation d'un matériel différent (moins calcaïque) au départ de celui ayant donné naissance à la masse des granites d'Antongil proprement dits, plutôt que d'une évolution continue à partir d'un même matériel vers des termes de plus en plus acides.

4- Granites de faciès Ivontaka.- Les granites de faciès Ivontaka et des dômes satellites de la zone interne de Rantabe-Mananara se différencient principalement des précédents par une hétérogénéité plus poussée (les différents faciès décrits se succèdent rapidement sur le terrain) jointe à une prédominance nette des termes leucocrates sur les faciès plus basiques.

Les granodiorites à amphibole sont accidentelles. Les granites communs sont des faciès à biotite à gros grain, parfois porphyroïdes, à texture fortement planaire en général. La structure est toujours plus ou moins cataclastique. La composition minéralogique rappelle celle des faciès monzonitiques et ectinitiques à biotite de Masoala, avec prédominance de termes leucocrates à microcline quadrillé et myrmékite abondants. L'épidote est toujours commune. Les granites à amphibole sont plus rares, et correspondent ici souvent à des types d'allure migmatitique à faciès d'anatexites tourbillonnaires ou plissotées, de répartition irrégulière. Les faciès tardifs à grain plus fin, gris ou rose, montrent en général une évolution plus marquée que dans l'Antongil vers des termes alcalins potassiques (type



X.5174). Le mode de gisement est identique : bouffées à bords diffus, filons sécants ou concordants, association à des aplites ou à des passées pegmatitiques leucocrates.

5- Cortège filonien : aplites, pegmatites, filons de quartz.- Les filons d'aplite rose, fréquemment à muscovite, abondent sur les 2/3 Nord-Est de la presqu'île Masoala et s'associent généralement aux bouffées de granites roses.

Les différenciations pegmatitiques sont toujours de volume peu important (décimétriques à métriques), et accompagnent souvent les faciès porphyroblastiques en reproduisant la composition minéralogique de l'encaissant : pegmatites à amphibole, épidote, orthite avec les granites à amphibole du Sud de la presqu'île Masoala ; pegmatites à biotite épidote, ou muscovite dans les granites akéritiques et monzonitiques communs.

Les filons de quartz se localisent sur les bordures externes de la masse granitique principale. Ils sont de puissance réduite : quelques décimètres à 2 ou 3 mètres au maximum, et constitués de quartz laiteux avec de rares différenciations hyalines (moins du millième en volume) qui donnent parfois naissance à des géodes de quartz prismé. Aux épontes existent parfois des masses de chlorite ferrière (ripidolite) qui peuvent atteindre plusieurs décimètres de puissance et contiennent des cristaux centimétriques de muscovite, feldspaths, épidote (baquettes de 10 cm de longueur) et de petits prismes de quartz bipyramidés. Les quartz des filons peuvent contenir des inclusions de rutile (cheveux de Vénus), d'oligiste, pyrite, biotite, épidote et ripidolite (très fréquents), parfois des feldspaths calcoalcalins.

D- Rétromorphose dans les granites.- Un des caractères typiques des granites d'Antongil sur le terrain est la fréquence des





faciès saussuritisés, accompagnés ou non de déformations cataclastiques et de réajustements retromorphiques des autres minéraux.

La saussuritisation intéresse tous les faciès, mais elle est surtout spectaculaire dans les faciès plus basiques (granodiorites, granites akéritiques) et à fortiori dans les enclaves amphiboliques et dioritiques.

Dans le détail, elle est très irrégulière, les zones très saussuritisées alternent avec les zones intactes et les systèmes de fracture jouent un rôle évident dans cette répartition.

Les assemblages réalisés vont de l'oligoclase acide-biotite verte-épidote plus ou moins ferrifère à albite-séricite-zoizite. Les termes albitiques sont les plus cataclastiques : microclines granulés et fracturés, placages d'épidote, quartz en réseaux ; les termes à biotite ont souvent une allure à mésotase recristallisée avec microclines à bords insinuants, quartz en amas de polyèdres, plagioclases d'aspect résiduel.

La saussuritisation s'accompagne d'autres transformations : ouralitisaiton des pyroxènes dans les enclaves, décoloration des amphiboles en bordure, albitisation des microclines fréquents, séricitisation, chloritisation, épidotisation des amphiboles, en accord avec la paragenèse de l'association saussuritique.

A l'échelle régionale, l'intérêt de ces transformations est en effet l'existence apparente (statistiquement) d'une zonation dans la répartition des faciès.

C'est ainsi que les faciès cataclastiques à albite séricite zoizite et chlorite se groupent très nettement sur la moitié



orientale de la presqu'île Masoala, tandis que les faciès à saussurite biotitifère se concentrent plutôt sur le pourtour de la baie d'Antongil et à l'Ouest.

On ne peut manquer de remarquer qu'il y a ainsi accor-  
dance apparente entre cette répartition et le métamorphisme ré-  
gional des séries ectinitiques qui limitent le massif au Nord :

- schistes sériciteux de l'Andrarona à l'Est,
- micaschistes à disthène de la Sahantaha à l'Ouest..

Plusieurs hypothèses peuvent être invoquées a priori  
pour expliquer la saussuritisation et les phénomènes cataclasti-  
ques et rétromorphiques associés :

- des transformations secondaires liées aux fracturations récentes du socle, et à la mise en place de réseaux de dykes ba-  
siques, que l'on observerait actuellement à des niveaux de mise  
en place différents : superficiel à l'Est (liaison avec les cou-  
lées côtières), de plus en plus profond vers l'Ouest (du fait de  
l'érosion et de la remontée en horst du socle), ce qui pourrait  
peut être expliquer une certaine zonation des transformation su-  
bies par leur encaissant.

- un rétromorphisme de fin de consolidation des granites,
- un rétromorphisme lié au métamorphisme des séries  
ectinitiques de la Sahantaha et de l'Andrarona.

a- Rétromorphisme lié à la fracturation et aux filons basiques récents.- La zone de l'Antongil coïncide avec une zone de frac-  
turation intense active jusqu'au Quarternaire (formation de la  
baie), et truffée de réseaux de dykes basiques.

Certains filons montrent des transformations rétromorphi-  
ques (ouralitisation, épidotisation, saussuritisation) accompagnés



de modifications comparables de leurs éponges : albitisation, chloritisation, épidotisation. Mais la plupart des dykes (il s'agit surtout de microgabbros augitiques attribués au crétacé par analogie avec les coulées côtières datées par leurs intercalations sédimentaires) qui traversent les granites saussuritisés se présentent dans un état de fraîcheur remarquable et se relaient, en dehors de l'Antongil sur près d'un millier de kilomètres le long de la côte, recoupant les différents ensembles du socle, sans y provoquer l'apparition de phénomènes cataclastiques et rétro-morphiques comparables à ceux de l'Antongil. La seule zone de la côte orientale où de telles transformations ont été signalées est celle de la Maha, série de la Masora propartée de M.BERTUCAT (1964) dont les caractères structuraux (rapports avec les séries internes) et lithologiques sont très proches de ceux de l'Antongil.

Or nous verrons plus loin que dans l'Antongil on peut séparer les dykes basiques en deux groupes : les dykes anciens métamorphisés, et les dykes récents intacts, crétacés ou post-crétacés. Il est normal que les dykes anciens soient métamorphisés comme leurs éponges, mais en contrepartie, l'hypothèse de l'attribution d'un rôle important dans la rétro-morphose à la fracturation et la mise en place des dykes récents peut être écartée.

b- Rétromorphisme de fin de consolidation des granites.- Cette hypothèse semble pouvoir se justifier, tout au moins au niveau de l'échantillon et de l'examen microscopique. Les figures d'étirement, de cataclase, de différents degrés de recristallisation peuvent s'interpréter comme des structures communes à des granites syntectoniques ou magmatiques banaux, et les abords de la masse granitique abondent d'ailleurs parfois en filons tardifs





de quartz et de pegmatite dont les associations minérales normales reproduisent les paragénèses types de la rétro-morphose : épidote en longues fibres rayonnantes, muscovite, biotite, feldspaths sodiques, chlorites ferrifères.

L'existence d'une zonéographie dans la saussuritisation conforme au métamorphisme des séries de couverture n'est pas un argument à l'encontre de cette hypothèse si l'on envisage une consolidation contemporaine de ce métamorphisme (hypothèse valable au moins en partie puisque certains granites recoupent les séries de couverture).

#### c- Rétromorphisme lié au métamorphisme des séries de couverture.-

Cette hypothèse trouverait surtout sa justification dans des arguments structuraux ou géochimiques : opposition des styles tectoniques entre la masse granitique de l'Antongil et les séries de couverture, discordance locale évidente marquée par des arkosites parfois à galets de granites, contraste entre la masse granitique riche en éléments calciques, et les séries ectinitiques surtout silico-alumineuses qui lui sont superposées.

Tous ces arguments seront développés plus en détail par la suite.

En définitive, il semble que la saussuritisation et les phénomènes cataclastiques et rétro-morphiques accessoires puissent résulter dans l'Antongil, de la superposition de phénomènes successifs d'âges divers.

Les critères structuraux imposent l'idée que ce qui correspond actuellement aux granites d'Antongil a dû constituer un môle plissé et certainement déjà métamorphisé ou granitisé du moins en partie (galets de granite) lors du dépôt des séries de couverture.



Mais il est aussi parfaitement évident que ce môle a été profondément remobilisé comme le prouve la géochronologie (biotite à 450 MA dans l'Ivontaka au moins lors de l'orogénèse infracambrienne.

E- Caractères chimiques des granites.- Nous disposons de 15 analyses chimiques des principaux types pétrographiques du massif, effectuées au laboratoire de Chimie de la Direction des Mines de Tananarive par MM.RUF, RAZAFINDRATANDRA et ROUSSEL (voir tableau planche 5). Elles ne sont pas toutes complètes, et les paramètres magmatiques (CIPW et NIGGLI) n'ont ainsi pu être calculés que pour 10 d'entre elles.

Le report sur un diagramme KCN confirme la répartition des échantillons 1 à 12 dans la classe des granodiorites et des granites akéritiques et calcoalcalins (q inférieur à 4 ).

Les échantillons provenant de la zone de l'Antongil proprement dite (faciès Masoala) traduisent une évolution classique de la granodiorite grenue (n°1) proche de la diorite au granite rose (n°11) à la limite des faciès alcalins et potassiques.

Les granites gris tardifs (10) sont légèrement plus évolués que les faciès porphyroïdes communs B.4329 et X.5489.

La seule analyse effectuée au Sud de l'Ivontaka concerne un granite rose en bouffées tardives (12) qui se place légèrement à l'écart de l'ensemble des faciès Antongil, dans le domaine des granites alcalins francs.

Le diagramme de différenciation magmatique de NIGGLI souligne aussi l'aspect discordant de cet échantillon (anomalies al et c). Le diagramme Q.Or.Pl. montre un alignement net des divers faciès le long de la bissectrice de l'angle Q.Ab.Or. Le





diagramme Kmg paraît souligner aussi une coupure entre l'ensemble des faciès Antongil, y compris les granites roses tardifs (Mg voisin de 0,5), et l'échantillon unique de granite rose de l'Ivontaka (Mg=0). Enfin, sur le diagramme KCN ont été reportées trois analyses d'enclaves (n°13 à 15) que leur paramètre q classe dans les plagioclasolites franches dioritiques (p=2), ou dans les monzonites calcoalcalines (s=3).

Bien que les comparaisons basées sur les similitudes chimiques soient aléatoires (un granite est un granite et tous les complexes granitiques ont une évolution comparable), nous n'avons pu résister au besoin de vérifier si les caractères chimiques de l'Antongil se retrouvent dans un type déjà défini à Madagascar.

En effet, H.BESAIRIE, dans sa carte au 1/1.000.000<sup>e</sup> publiée en 1964, sépare sur la foi d'arguments géochronologiques (âge apparent sur biotite de 770 MA par la méthode potassium-argon) et pétrographiques (présence d'enclaves "basiques") les granites d'Antongil de l'ensemble des granites et migmatites stratoïdes rapportées à l'orogénèse infracambrienne (granites dits de 550 MA), et tend à les mettre en parallèle avec les granites du complexe des Vavavato-Ambatofinandrahana, situés en bordure de la zone granitisée des hauts plateaux, au Sud-Ouest de Tananarive.

Ces granites ont été étudiés successivement par E.EMBERGER et L.DELBOS (thèses Clermont 1955 et 1957) et l'essentiel des connaissances acquises rassemblé par L.DELBOS dans son "Essai de classification des granites malgaches" (TBG n°93 Tananarive 1959). L.DELBOS y a distingué trois types principaux de granites sur les hauts plateaux malgaches : les granites stratoïdes, les granites des Vavavato et les granites d'Ambatofinandrahana. Il considère le massif des Vavavato comme un vieil ensemble granites-migmatites intimement associés. "Le noyau montre des traces de transformations métamorphiques postérieures à



sa mise en place et la structure devient de plus en plus granoblastique vers l'extérieur. Les migmatites passent insensiblement aux granites et leur structure et leur composition les différencient nettement des migmatites encaissantes du Système du Graphite". Les granites alcalins d'Ambatofinandrahana sont intrusifs dans les vieux granites et L.DELBOS pense qu'ils se rattachent à une phase bien postérieure.

Nous avons reproduit le diagramme K/CN correspondant à ces trois types de granites des hauts plateaux (planche 7). Les "vieux" granites des Vavavato ont une composition granodioritique à akéritique qui les distingue nettement des granites stratoides et des granites alcalins postérieurs.

La superposition du diagramme K/CN correspondant à l'Antongil fait ressortir une analogie certaine entre ces vieux granites des Vavavato et les granites de l'Antongil qui sont à coup sûr aussi de vieux granites, dotés d'une histoire géologique complexe.

Les granites d'Antongil montrent cependant une évolution plus poussée vers les termes alcalins finaux, tandis qu'en revanche la comparaison des rapports K/Mg fait ressortir une teneur en magnésie plus élevée dans l'ensemble de l'Antongil. Faut-il considérer ces faits comme accidentels ou au contraire en rechercher une cause générale possible soit tout simplement dans la géochimie régionale, soit de façon plus hypothétique, dans le niveau de la mise en place ou l'influence du métamorphisme : les granites d'Antongil se situent dans le faciès, amphibolite faible ou moyen par exemple et les granites des Vavavato dans le faciès amphibolite profond.



Provenance et nature des échantillons analysés  
de l'Antongil

---

Provenance	Nature
1 : X.5091 : 1 km Sud Nandrasana	: diorite quartzique à amphibole
2 : X.5089 : 1,8km Sud Nandrasana	: granodiorite à amphibole
3 : X.5081 : 5 km Sud Anandrivola (Sud Rantabe)	: granodiorite à amphibole
4 : B.4332 : Corniche Antavaratra (42 km Nord Mananara)	: granodiorite à quartz bleuté
5 : X.5088 : Colline de Varingotry (7 km Ouest Maroantsetra)	: granite akéritique à biotite amphibole
6 : X.5488 : 3 km Nord Fananehana	: enclave dans X.5489
7 : X.5489 : 3 km Nord Fananehana	: granite à amphibole
8 : X.4741 : sortie Sud de Mananara	: enclave dans granite leucocrate
9 : B.4329 : Corniche Antavaratra (36km Nord Mananara)	: granite à biotite amphibole
10 : X.5173 : niveau du terrain d'aviation de Mananara	: granite gris à grain fin
11 : X.3502 : rivière Menamalona (feuille Mahalevona)	: granite rose
12 : X.5174 : 2 km Sud Sahasoa	: granite leucocrate type Ivontaka
13 : X.5497 : Colline de Varingotry	: enclave basique dans X.5088
14 : X.3257 : 7,5km Sud de Voloina	: enclave dioritique grenue
15 : X.3263 : 3,1 km Nord du bac de Fananehana.	: enclave dioritique.



12 : X.325 : 2 km Nord de  
(K. 325)

13 : X.326 : 2 km Sud de

14 : X.327 : 2 km Sud de

15 : X.328 : 2 km Sud de

16 : X.329 : 2 km Nord de  
L. 329

17 : X.330 : 2 km Nord de

18 : X.331 : 2 km Nord de

19 : X.332 : 2 km Nord de

20 : X.333 : 2 km Nord de

Rechant. n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
recueilli par	X 5091	X 5089	X 5081	B 4332	X 5088	X 5488	X 5489	X 4741	B 4329	X 5173	X 3502	X 5174	X 5497	X 3257	X 3263
Analyste	HOTTIN	HOTTIN	HOTTIN	BESAIRIE	HOTTIN	HOTTIN	HOTTIN	HOTTIN	BESAIRIE	HOTTIN	HOTTIN	HOTTIN	HOTTIN	HOTTIN	HOTTIN
	RZT	RZT	RZT	RF	RZT	RS	RS	RZT	RF	RZT	RS	RZT	RS	RS	RS
SiO <sub>2</sub>	54,80	61,90	56,20	65,30	65,90	55,9	67,4	54,60	67,80	66,80	68,9	70,10	60,5	53,9	56,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,90	19,60	20,20	16,60	17,40	15,2	14,4	27,20	15,80	14,70	16,6	12,50	15,9	16,3	15,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30	0,25	0	1,70	0,10	6,0	3,4	0	1,20	0,90	2,2	2,90	10,8	8,6	7,5
FeO	4,20	2,30	4,70	3,20	2,80			2,40	1,65	2,10		1,60			
MnO	-			0,06					0,03						
MgO	3,20	2,70	3,20	2,40	2,0	4,0	4,1	1,90	1,20	1,70	1,9	0	1,4	4,1	3,7
CaO	6,30	3,90	4,70	3,20	2,80	9,4	3,6	3,60	2,35	2,50	0,6	2,80	4,2	5,3	5,0
Mg <sub>2</sub> O	3,20	4,50	3,80	2,90	4,10	2,4	2,3	2,80	2,80	2,40	1,9	4,10	1,5	2,7	4,2
K <sub>2</sub> O	2,40	2,30	2,60	2,80	3,20	3,2	2,8	4,70	4,90	5,20	4,3	4,70	1,1	2,8	2,5
TiO <sub>2</sub>	2,20	0,80	1,70	0,55	0,80	0,9	1,4	0,80	0,25	0,80	tr.	0,30	1,2	1,7	1,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,52	0,34	0,47	0,18	0,40		0,5	0,35	0,12	0,31	1,1	0,20			
H <sub>2</sub> O+	0,10	0,10	0,10	0,85	0,10	0,1	0,2	0,10	0,60	0,10	0,2	0,10	0,1	0,2	0,1
H <sub>2</sub> O-	0,30	0,50	0,60	0,10	0,40	1,0	0,8	0,50	0,15	0,60	1,0	0,40	1,5	0,9	1,5
Total	98,42	99,19	98,27	99,84	99,60			98,95	99,05	99,11		99,50			
P.q	'2.(4)5	1(2).4'	'2.(4)5	(1)2.4'	1(2).4	= Analyses		1(2).(4)5	1'.4	1(2).4		1(2).4			
r.s	3'.4'	(2)3.4	3.4	'3.3(4)	2.4	RF : Mr. RUF		2(3).3	2.3	2.3		1.3'			
al	170	223	181	257	265	RZT : Mr. RAZA- FINDRATANDRA		179	309	304		341			
al	38	41	38	38	41	RS : Mr. ROUSSEL		52	42	39		36			
fa	26	22	28	30	22			16	19	22		15			
c	21	15	16	13	12			12	11	12		14			
alk	14	21	17	18	24			18	26	25		34			
k	0,33	0,25	0,31	0,38	0,33			0,52	0,53	0,58		0,43			
mg	0,56	0,65	0,55	0,47	0,55			0,58	0,42	0,51		0			

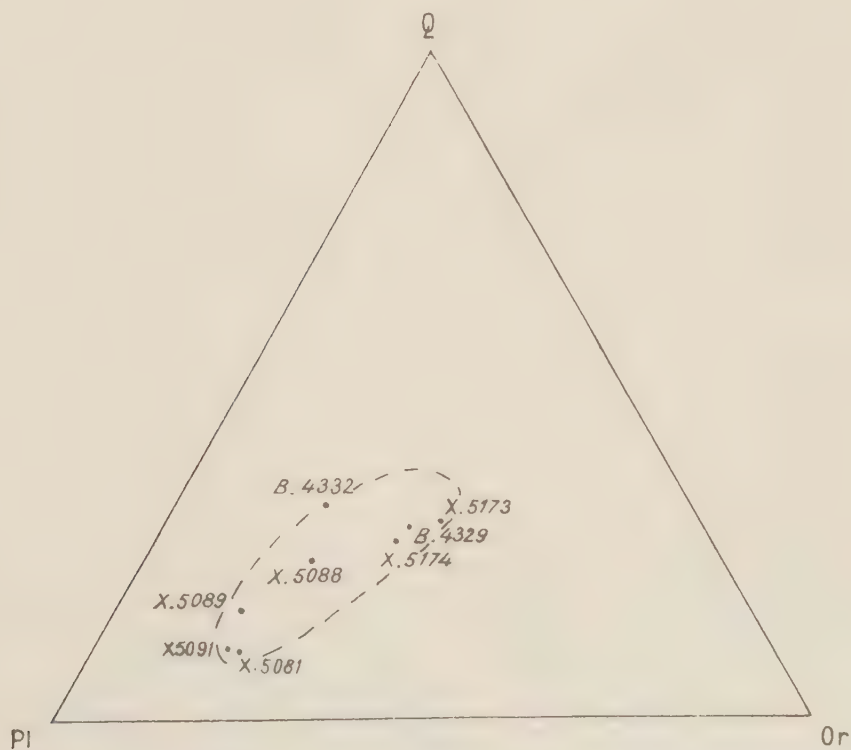
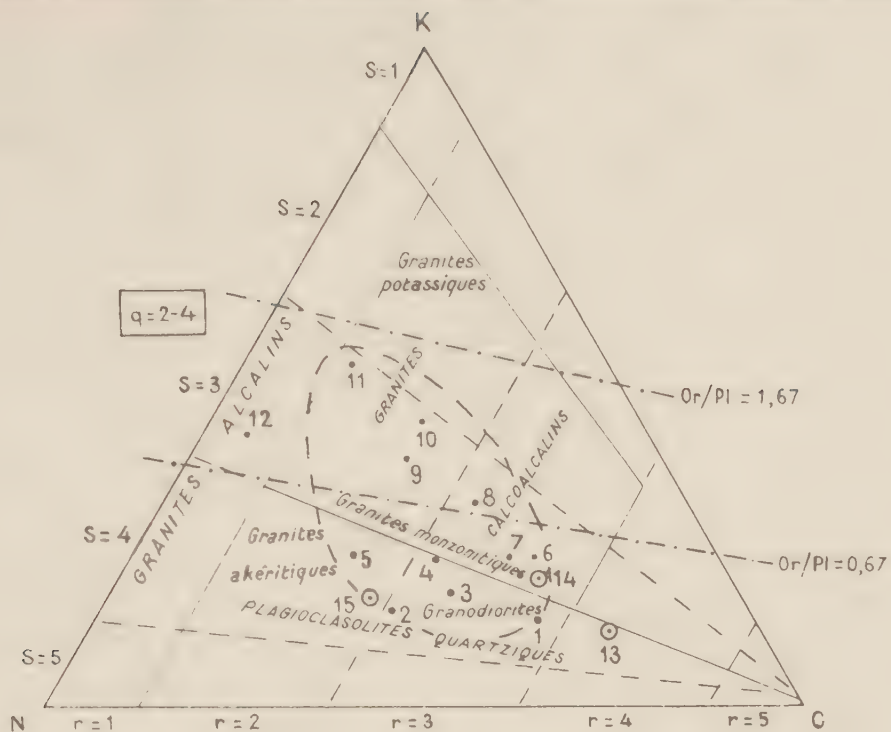
Analyses :

roches de l'Antongil.

MB : cf. planche n°  
résultats de contrôles  
partiels dus à  
Mme CANTAGREL  
Mlle BOUCHARD.

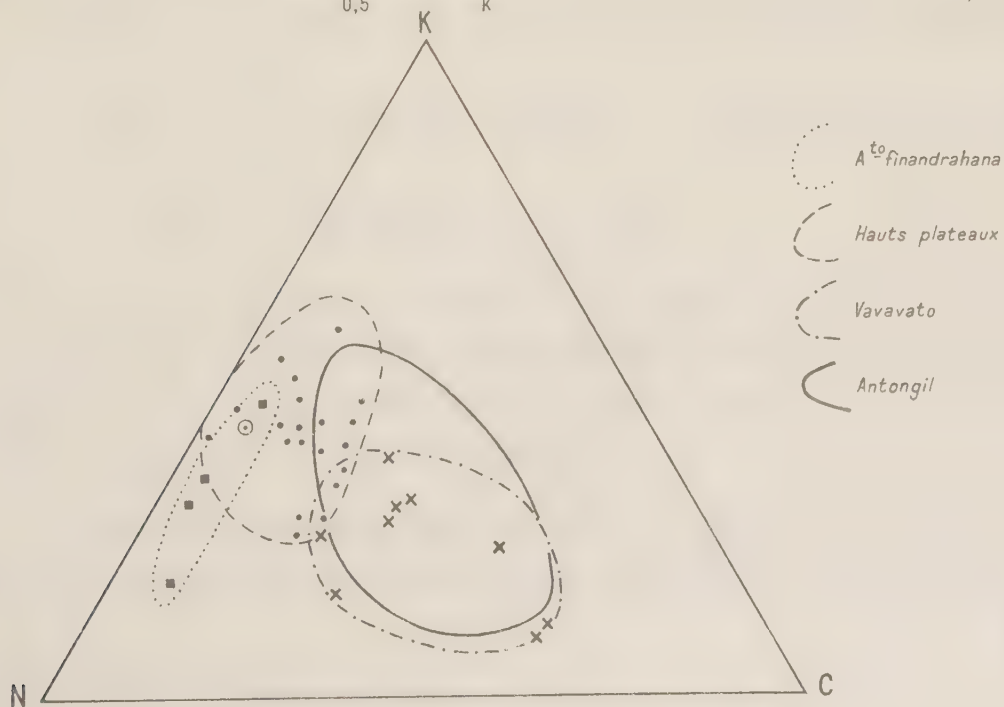
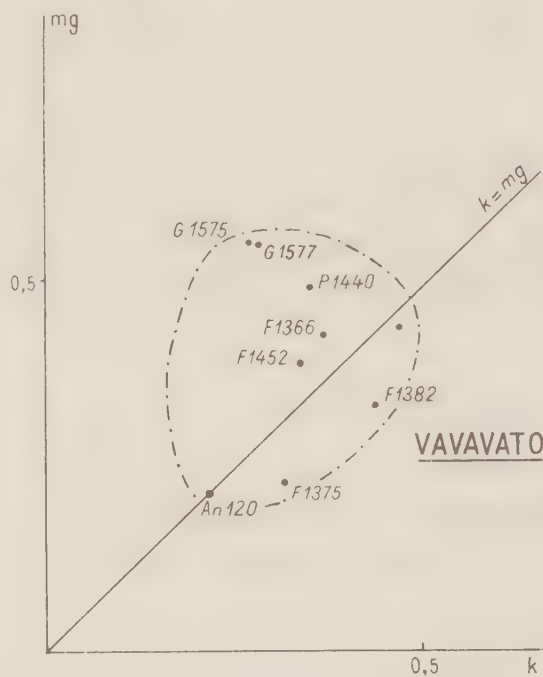
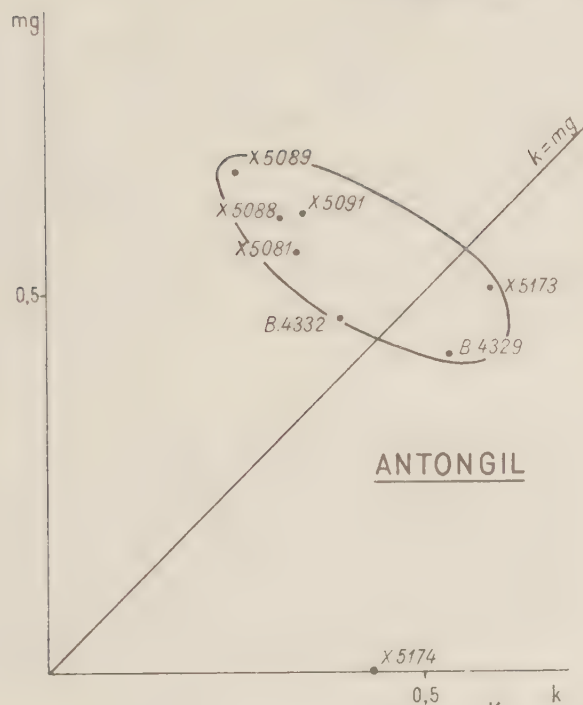
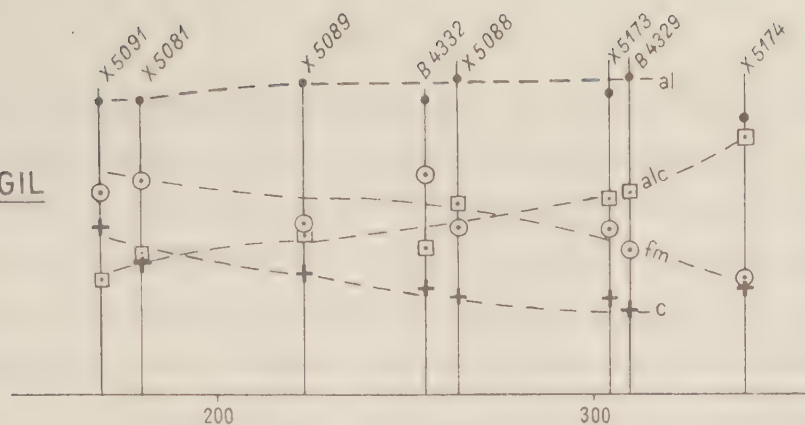
5









ANTONGIL



F- Conclusion à l'étude des granites.- 1- Reconstitution pétrogénétique et principaux traits structuraux du massif.- Les granites d'Antongil possèdent un héritage des formations assimilées, soit sous forme de différences minéralogiques persistantes, notamment dans les associations des faciès planaires, soit sous forme d'alignements d'enclaves le plus souvent concordantes.

Sur la presqu'île Masoala, associées aux granodiorites planaires, ces enclaves sont essentiellement basiques, à composition de diorite plus ou moins quartzique. Leur structure panidiomorphe, lorsqu'elle ne sont pas transformées, fait songer à des roches d'origine ortho, et nous les avons interprétées dès 1963, comme des résidus de sills dioritiques ou microdioritiques, antérieurs ou contemporains des premières phases de la granitisation.

Pour le reste du massif, les essais de reconstitutions pétrogénétiques sont pratiquement impossibles, sur la base des seules observations de terrain. Tout au plus les différences relevées permettent-elles d'esquisser ou de confirmer quelques grands traits structuraux :

- môles externes anticlinoriaux de granites à tendance leucocrate,
- zone granodioritique centrale à valeur synclinoriale probable,
- orientation générale du massif.

Toutes ces observations résultent de mesures répétées soit sur des alignements continus et concordants d'enclaves, soit sur des successions de faciès hétérogènes à héritage, conservé ou amplifié par la granitisation, manifeste.

Nous n'avons pas tenu compte, au contraire, des schistosités tectoniques ou cataclastiques surimposées qui donnent



souvent des mesures divergentes, notamment dans le cas d'affleurements réduits de roches plus ou moins homogènes. C'est d'ailleurs essentiellement la constatation de telles anomalies qui semble avoir conduit à l'origine certains auteurs, lors des premières reconnaissances avec l'observation des affleurements dioritiques localisés à enclaves en allogènes, à considérer le massif d'Antongil dans son ensemble comme un type de "massif intrusif à enclaves discordantes".

2- Valeur de la cartographie adoptée. - La cartographie schématique adoptée a été imposée par les conditions du lever de reconnaissance dans cette région : coupes continues trop espacées, affleurements et contacts rares hors de ces coupes et photogéologie complètement inutile, compte tenu de la couverture forestière continue.

Nous aurions pu cependant, effectuer cette étude dans une optique sans doute plus judicieuse. Nous songeons en particulier au schéma général de la granitisation birrimienne mis en évidence par M.ARNOULD dans sa thèse sur les granites et migmatites du Nord-Est de la Côte d'Ivoire (Clermont Ferrand 1961).

Les granites birrimiens de Côte d'Ivoire que M.ARNOULD interprète en fait comme un vieux socle antebirrimien remobilisé au Birrimien, présentent en effet beaucoup de similitudes, tant par la succession de leurs faciès que par leurs relations complexes avec l'encaissant avec les vieux granites d'Antongil, repris au minimum dans l'orogénèse infracambrienne, et nous pensons que la poursuite de la cartographie dans l'Antongil, entreprise dans une optique identique, et appuyée sur des mesures géochronologiques valables, devrait s'avérer rapidement fructueuse.





II- SERIE DU MANANARA ET NIVEAUX ECTINITIQUES RESIDUELS D'ANJIA-HELLY.- A- Caractères généraux.- La série du Mananara a été définie en 1959 dans la zone interne de Mananara (par O.DOTTIN) comme un enserble migmatitique succédant aux granites côtiers de l'Ivontaka, à résidus ectinitiques variés (gneiss, quartzites, micaschistes), et caractérisé par la fréquence de l'épidote présente aussi bien dans les faciès migmatitiques que dans les faciès ectinitiques résiduels.

Le passage des granites aux migmatites en bordure du massif de l'Ivontaka est progressif et O.DOTTIN, en généralisant cette observation voit dans la série de Mananara un ensemble migmatitique homogène classique, intermédiaire entre les granites de l'Ivontaka-Antongil à l'Est, assimilés à des granites en position fondamentale, et les gneiss de la série d'Antenina à l'Ouest.

Sans souscrire à cette hypothèse extrême, nous adoptons à l'époque avec J.MARCHAL et M.RANTOANINA, la même coupure cartographique qui, en différenciant une zone interne riche en faciès migmatitiques classiques, oillés et rubanés, et en septums ectinitiques, de la zone côtière principalement granitique paraissait constituer un progrès certain, par rapport à la conception antérieure du complexe granitique indifférencié, à limite Ouest très imprécises.

C'est ainsi qu'au Nord, M.RANTOANINA distingue, au niveau de Rantabe, une série migmatitique interne (granites et migmatites indifférenciés, gneiss et micaschistes subordonnés), des granites d'Antongil côtiers, matérialisant en partie, les différences notées dans cette région par H. de la ROCHE dans le complexe granitique d'Antongil entre les "granites de la côte, homogènes et à tendance porphyroïde et souvent mésocrates" et les "granites des zones internes d'aspect souvent migmatitique".



Au Sud, nous définissons également avec J.MARCHAL, une série migmatitique à épidote qui prolonge sur les feuilles Antennina, Manompana et Soanierana la série du Mananara et à laquelle succède sur les feuilles Vavatenina et Fénérive, la série des micaschistes aurifères de Vavatenina, définie par J.AUROUZE en 1950 et revue par P.BUSSIERE en 1958 ; série attribuée dès 1956 par H.BESAIRIE, essentiellement en raison de son caractère micaschisteux, au complexe terminal du vieux socle ou Système du Vohibory.

Bien que les modalités du passage entre la série purement micaschisteuse de Vavatenina (définie dans la partie centrale des feuilles Vavatenina et Fénérive) et les formations à épidote de la feuille Soanierana, à la série du Mananara à résidus essentiellement micaschisteux n'aient pas été réellement observées dans les limites de la feuille Soanierana, J.MARCHAL assimile les formations à épidote à une simple variation de la série micaschisteuse de Vavatenina.

Par raison de continuité, la totalité de la série du Mananara se trouve dès lors attribuée au Vohibory terminal, et on aboutit ainsi, avec la différenciation d'un vaste ensemble Vohiborien côtier regroupant les migmatites d'Antongil (couverture concordante des granites côtiers d'Antongil), les micaschistes de Vavatenina et la série d'Ambodiriana au Sud, à un schéma cartographique (adopté notamment sur le 1/1.000.000<sup>e</sup> de H. BESAIRIE 1964) assez différent de la conception antérieure du complexe granitique indifférencié aux limites et relations imprécises à l'Ouest avec les séries gneissico-migmatitiques rapportées au Système du Graphite ; mais décrit localement, par contre, aussi bien intrusif dans la série de Vavatenina au Sud, que dans les séries de Sahantaha-Andrarona au Nord.





Cette seconde conception d'une série migmatitique homogène intermédiaire entre les granites côtiers et les gneiss d'Antenina s'est avérée elle aussi insuffisante. En effet, à l'échelle régionale l'hypothèse simple d'un front des migmatites pour expliquer le passage du Mananara aux gneiss d'Antenina, ne paraît plus pouvoir être retenue. Le passage Mananara-Antenina traduisant plutôt à notre avis, une discontinuité originelle, géochimique et structurale entre une série supérieure silico-alumineuse sans doute assimilable stratigraphiquement aux séries micaschisteuses du Nord et du Sud, et l'ensemble à épidote sous-jacent.

En outre, à l'intérieur de la série du Mananara, là où les leviers récents atteignent un degré de précision suffisant, les septums ectinitiques n'apparaissent pas répartis de façon homogène dans la série, mais concentrés au niveau d'aires synclinoriales réduites pincées entre des dômes granitoïdes concordants, diversement orientés aussi bien à l'Ouest (au contact de la série gneissique d'Antenina) qu'à l'Est à proximité de la masse principale des granites côtiers.

Cette disposition se retrouve ainsi à travers toute la série du Mananara dans la zone médiane (vallée de la Fahambahy) comme au Sud (feuilles Fénérive-Soanierana) et à l'extrême Nord (région de Maroantsetra) où les associations de septums diversifiés de la vallée de l'Anfiahely ont d'ailleurs été pris comme type (niveaux d'Anfiahely) des formations ectinitiques résiduelles de la série du Mananara.

En reprenant, dans la même optique, la cartographie de l'ensemble de la série du Mananara d'après les leviers originaux anciens, rien ne paraît s'opposer à ce qu'on généralise, également malgré l'insuffisance de la maille, à l'ensemble de la série, la position sommitale des zones à prédominance ectinitique.





En conclusion, avec des faciès migmatitiques vrais limités aux bordures des zones granitoïdes, on aboutit à un schéma cartographique d'ensemble de la série du Mananara qui n'est pas sans rappeler, du point de vue structural, la disposition typique des "mantle domes gneiss" d'ESKOLA, mais qui est aussi différent de la conception primitive du complexe granitique indifférencié que de celle de la série migmatitique homogène. Ces différences s'expliquent si l'on tient compte que pour la première, les bonnes observations continues n'avaient pu être réalisées que sur la coupe côtière, essentiellement granitique, tandis que l'exagération des faciès migmatitiques, lors de la reprise au 1/100.000<sup>e</sup> en 1959, tient sans doute, avec l'importance donnée à la prospection alluvionnaire, à ce que les principales coupes géologiques suivent les grandes vallées, qui correspondent effectivement en règle générale, du fait de l'érosion différentielle, à des zones à prédominance migmatitique ou ectinitique.

Ce n'est ainsi qu'en passant à une maille plus serrée que la structure réelle de la région commence à s'esquisser. Nous reviendrons plus loin sur l'interprétation pétrogénétique et structurale ainsi que sur l'intérêt pratique du schéma proposé. Les minéralisations constantes avec les gîtes de quartz associés aux niveaux de quartzites résiduels, et les possibilités en nickel chrome des alignements d'ultrabasites liés aux aires synclinoriales, sont en effet étroitement dépendantes de la structure régionale et démontrent l'intérêt de l'établissement préalable, dans cette zone forestière accidentée où la recherche minière s'avère difficile et très coûteuse, d'une carte pétrographique et structurale à bonne échelle, suffisamment exacte pour permettre une sélection des zones justifiant une reprise en prospection détaillée.



B- Migmatites.- Les faciès communs sont des embréchites oeillées à porphyroblastes fusiformes centimétriques de microcline, à foliation régulière plus ou moins marquée, suivant la richesse en ferromagnésiens : biotite, épidote et très souvent hornblende. Les faciès granitoïdes, d'aspect plus massif, à schistosité toujours régulière mais fruste, marquée par des alignements discontinus de ferromagnésiens, plus ou moins riches en phénoblastes de microcline souvent maclés Carlsbad, deviennent plus abondants à proximité des granites, et passent parfois à des types d'anatexites plissotées ou nébulitiques, toujours riches en microclines quadrangulaires de grande taille. L'abondance du microcline dans les faciès granitoïdes et d'anatexites subordonnés est parfois spectaculaire, soit en "niveaux" décimétriques concordants soit en amas métriques à contours diffus, et donne l'impression visuelle de l'existence d'une sorte de couronne réduite enrichie en microcline aussi bien vis-à-vis des granites monzonitiques banaux que des embréchites externes.

Inversement, les faciès rubanés et lit-par-lit, à trame centimétrique de gneiss plagioclasiques ou de micaschistes variés, apparaissent localisés préférentiellement au niveau des aires synclinoriales ectinitiques, ou associées aux septa mélanocrates de la zone des migmatites oeillées.

Au microscope, le début de la migmatisation se marque de façon commune, par le développement de faciès plagioclasiques à porphyroblastes d'oligoclase, et à cloisons de biotite, épidote et hornblende, au niveau des gneiss banaux (type X.5406) ou très accessoirement à cloisons de trémolite actinote, au contact de certaines lentilles ultrabasiques métamorphisées (X.5308).

La puissance de l'auréole migmatitique est variable, en liaison semble-t-il avec le degré métamorphique. Minimale (d'ordre hectométrique) au contact des ectinites dans les zones à staurotide-disthène des vallées de l'Anjiahely et de la Voloina, au Nord de Rantabe (où abondent en contrepartie, les injections





de bancs granitiques leucocrates concordants et les pointements dioritiques et granodioritiques à enclaves basiques), elle semble voisine du kilomètre dans la zone à disthène en bordure de l'Ivontaka et devient indiscernable vers l'Ouest et le Sud-Ouest, à l'approche de la limite de la zone à grenat-sillimanite, où la migmatisation envahit pratiquement l'ensemble des aires synclinoriales à résidus ectinitiques.

Au microscope, les structures porphyroblastiques à cloisons sont la règle avec microcline abondant et quartz, plagioclase acide (oligoclase), myrmékite fréquente, biotite, épidote, avec parfois amphibole associée, plus rarement grenat, muscovite ou disthène et accessoirement sphène, apatite et zircon.

Les structures des migmatites notamment dans la zone côtière, montrent les mêmes anomalies que les granites adjacents : amas de quartz polyèdres, cataclase plus ou moins nette des plagioclases (avec saussuritisation plus ou moins complète), et parfois des microclines : bordures granulées, macles irrégulières et cassures internes soulignées par des alignements de microcristaux de quartz et accessoirement biotite.

L'examen de près d'une centaine de lames semble indiquer la réalité d'une diminution progressive de ces anomalies vers l'Ouest, (faciès à oligoclase andésine exempts de toute cataclase et saussuritisation, avec plages de quartz à cristallisation large normale, statistiquement plus fréquents) mais il n'est guère possible, compte tenu de la densité des observations, de la complexité structurale accompagnée de variations locales importantes du degré de métamorphisme dans la série du Mananara de tenter de fournir un schéma général simple de ces transformations en fonction de la zonéographie des ectinites. D'autant plus que la plupart des aires ectinitiques ou migmatitiques sont affectées d'une fracturation importante avec mylonitisation, injection de dykes basiques, épidotisation préférentielle qui paraît pouvoir s'expliquer par le fait que ces aires synclinoriales coincées entre des dômes granitoïdes plus résistants ont dû se comporter fréquemment en zones de faiblesse particulièrement réceptives à la tectonique cassante.

C- Ectinites. - Les zones à dominance ectinitique, dans la série du Mananara, sont constituées par un fond de gneiss plagioclasi-ques riches en biotite, ou à biotite et amphibole, et contenant presque constamment une proportion notable d'épidote. Des niveaux discontinus, de puissance métrique à décamétrique, d'épidotites plus ou moins quartzieuses et amphiboliques, de quartzites



à épidote, parfois à épidote et amphibole, de plagioclases leucocrates à épidote et hornblende, de nombreuses amphibolites s'y intercalent.

Les micaschistes existent également, mais leur importance réelle est difficile à apprécier par rapport aux gneiss : du fait de l'érosion différentielle, les zones ectinitiques s'identifient en effet très généralement aux aires déprimées et à épaisse couverture d'argiles latéritiques (vallées de l'Anjahely, de la Fahambahy, du bas Mananara) qui ceignent les principaux dômes granitomigmatitiques.

A part quelques bed-rocks, les affleurements frais de micaschistes ne s'observent ainsi qu'accidentellement au contact ou en intercalations dans les bancs discontinus de puissance métrique à décamétrique de quartzites blancs ou à minéraux qui émergent çà et là des aires gneissiques latéritisées ; ou encore associés à des bancs plus importants (de puissance décamétrique avec des épaississements hectométriques, et continus souvent sur plus de 10 km) qui bordent, surtout au Nord de Mananara, la plupart des aires ectinitiques : bancs de la Fahambahy, de Madio-rano, de la vallée de l'Anjahely entre autres. Souvent, ces bancs de quartzites de base subsistent pratiquement seuls, associés à quelques septas gneissiques ou micaschisteux au milieu des migmatites ocellées (feuille Ambodihazomamy à l'Ouest des niveaux d'Anjahely, prolongement Est des quartzites de Madio-rano sur la feuille Rantabe) donnant ainsi le schéma apparent de séquences positives normales : quartzites, micaschistes et gneiss plus ou moins amphiboliques, partiellement assimilées par les granites.

1--Gneiss.— Les gneiss communs à biotite sont généralement méso-crates (plus de 20 % de biotite en moyenne), homogène ou rubanés.





Au microscope, la structure est granoblastique normale à granolépidoblastique, selon l'abondance et la taille des biotites ; l'oligoclase et le quartz en proportion très variable, dominant. Des granules d'épidote, et accessoirement un peu de hornblende poecilitique s'associent généralement à la biotite. Le microcline interstitiel est accidentel, ainsi que la myrmékite. Le début de la migmatisation paraît se marquer le plus souvent par le développement de porphyroblastes d'oligoclase à inclusions poecilitiques de quartz, parfois d'épidote.

A partir de ce type moyen, existent de nombreuses variations dont la plupart ont peu d'importance dans la série, mais qui du fait de leur moindre altérabilité, se rencontrent fréquemment à l'affleurement. Ce sont, par ordre d'importance :

- des gneiss à hornblende, souvent riches en épidote, soit en couronnes discontinues de granules concentrés autour de la hornblende poecilitique (quartz, épidote), soit en grains dispersés dans un fond plagioclasique d'oligoclase andésine.

- des épidotites quartzeuses ou feldspathiques, plus ou moins riches en hornblende, massives ou rubanées.

- des plagioclasites leucocrates à épidote ou à épidote et hornblende, plus ou moins quartzeuses (oligoclasites quartziques à épidote).

Les gneiss à deux micas, très altérables, existent mais ont rarement pu être identifiés.

Les faciès à grenat sont accidentels dans la majeure partie de la série, sauf dans un secteur particulier de la zone interne de Mananara, à la limite des feuilles Mananara et Beana-na où le grenat est abondant aussi bien dans le fond gneissique que dans les migmatites ocellées encaissantes, les amphibolites et certains quartzites qui passent, localement, à de véritables grenatites quartzeuses.





2- Micaschistes.- Les micaschistes à deux micas sont rares. Les faciès les plus communément observés sont à biotite et disthène. Les plus beaux affleurements, contenant parfois des baguettes décimétriques d'un beau disthène bleuté, ont été rencontrés au bed rock de la rivière Antsaha en aval d'Antsiraka (zone interne de Mananara) ainsi qu'accolés aux bancs de quartzites de la vallée de la Fahambaha et de Madiorano (Nord-Ouest de Mananara et partie Sud de la feuille Beanana). Le disthène est d'ailleurs très fréquent dans la plupart des concentrés alluvionnaires en provenance de la série du Mananara, associé parfois à un peu de staurotide (surtout concentré dans la zone côtière) ou de sillimanite, dont la dispersion alluviale apparaît au contraire très irrégulière. Cependant aucun de ces deux minéraux n'a pu être caractérisé à l'affleurement ou en lame mince, sauf dans les échantillons de micaschiste à disthène de l'église de Soanierana-Ivongo (dans la zone côtière) où ces trois minéraux coexistent. Mais l'attribution de ces micaschistes de Soanierana à la série du Mananara est plus que douteuse ; nous pensons plutôt qu'ils représentent un lambeau appartenant à la série supérieure des micaschistes de Vavatenina (interprétation retenue sur la carte).

3- Quartzites.- Les quartzites blancs grenus à gros grain peu minéralisés sont les plus communs. Les bancs les plus importants forment des crêtes aiguës accompagnées d'épandages éluviaux de blocs et de sables, qui émergent des aires latéritisées ectinitiques et migmatitiques.

Parmi les autres faciès, les quartzites à épidote, parfois accompagnée d'amphibole ou de magnétite en quantité notable, existent en intercalations métriques dans les gneiss.



D'autres plus rares, à muscovite, à grenat, à fuschite, ne se manifestent généralement à l'affleurement que par des alignements de blocs altérés, décimétriques à métriques, dans les latérites.

4- Amphibolites.- Très communes à l'affleurement, sous forme d'éboulis de pentes, elles paraissent ne dériver que d'alternances répétées de bancs décimétriques à métriques, associés aux gneiss à amphibole. Les faciès sont très divers : lité, massif, feldspathique ou non et les variétés minéralogiques nombreuses.

Les types feldspathiques à hornblende épidote sont les plus communs. Accessoirement existent des types à grenat (surtout dans la zone à grenat précitée), à grenat épidote, à scapolite (région interne de Rantabe), à biotite. Sphène et mouchetures de pyrite sont assez fréquents. Les faciès à amphibolite actinote sont liés aux lentilles d'ultra-basites magnésiennes décrits à la suite.

D- Ultrabasites.- L'existence d'amphibolites à trémolite actinote et soapstones avait été signalée dès 1950 par J.AUROUZE dans les régions Ouest de Mananara et de Soanierana, ainsi que celles de serpentines magnésiennes au Nord de Rantabe par H. de la ROCHE. D'autres indications avaient été retrouvées en 1959, mais l'origine et le mode de gisement de ces formations restaient douteux, et ce fut seulement à partir de 1964-65, à la suite de la reprise en prospection de la région de Mananara, consécutive à la découverte d'une minéralisation nickélifère discrète liée à ces ultrabasites, que nous avons été en mesure d'apporter quelques précisions.

Les ultrabasites de la série du Mananara sont apparues alors correspondre à des massifs intrusifs originels de pyro-



xénolites et péridotites magnésiennes, repris dans un cycle métamorphique comme les formations paragneissiques encaissantes et partiellement transformées en amphibolites à trémolite, anthophyllites et soapstones.

Nous décrirons d'abord brièvement les différents faciès pétrographiques.

### 1- Pétrographie

-Pyroxénolites.- Les termes communs sont des saxonites. Ce sont des roches vert sombre, à texture massive, à grain généralement fin (millimétrique) et homogène, mais sur quelques faciès, le pyroxène forme parfois des agrégats de phénocristaux automorphes de taille centimétrique. Le péridot est intersticiel, et il existe presque toujours un début de transformation métamorphique : cloisons de trémolite fibreuse, talc, antigorite lamelleuse. Les enstatites sont exceptionnelles, de même que les webstérites. Certains types contiennent une faible proportion de plagioclases basiques intersticiels (5 à 10 %) ; et au centre de certaines grosses lentilles on passe parfois à des gabbros mélanocrates comme à Tarosy (Sud-Ouest de la feuille Mananara).

-Péridotites.- Ce sont rarement des dunites, généralement des harzburgites toujours très serpentinisées. La serpentine est une antigorite lamelleuse nettement cristallisée et étroitement associée aux fibres de trémolite anthophyllite. La serpentinisation est donc bien ici un phénomène métamorphique et n'est pas liée à une altération superficielle secondaire.

-Amphibolites à trémolite actinote.- Le type habituel est une roche gris verdâtre à texture massive formée par un





enchevêtrement de fibres millimétriques de trémolite actinote, dans laquelle s'identifient encore fréquemment des squelettes plus sombres de pyroxènes automorphes, souvent soulignés en lame mince par des concentrations de granules de minerai. La serpentine est commune, toujours sous forme d'antigorite lamelleuse. L'anthophyllite apparaît couramment en baguettes automorphes de grande taille surimposées aux autres constituants.

-Soapstones.- Chloritoschistes magnésiens (clinochlore) talqueux et talcschistes souvent à trémolite et antophyllite se rencontrent fréquemment en association aux amphibolites à trémolite actinote. Leurs affleurements sont toujours de peu d'extension. Les chloritoschistes à clinochlore forment l'essentiel des résidus métriques inclus dans les bordures migmatitiques.

Les amiantes d'amphibole ont été rencontrés sur plusieurs lentilles généralement en poches ou filonnets irréguliers de puissance décimétrique dans des serpentines ou péridotites altérées. Les fibres atteignent parfois 10 cm mais il n'existe aucun amas notable. L'intérêt économique est nul ; mais cette amiante d'amphibole reçoit une utilisation locale originale ; les fibres d'amiante pilées sont en effet utilisées à obturer grossièrement les fêlures des marmites servant à la cuisson journalière du riz par exemple.

2- Rapports entre les différents faciès.- Les massifs les plus importants de la région de Mananara ont une extension d'ordre kilométrique et une puissance moyenne de 2 à 300 m. Ils sont pour les 9/10 de leur superficie constitués de pyroxénolites magnésiennes (surtout saxonites). Dunites et harzburgites sont accidentelles et localisées de préférence en bordure des principaux massifs pyroxénoliques. L'affleurement le plus important



est ainsi constitué par la dunite du flanc Est de l'Analamenabe : massif pyroxénolitique d'environ 3 km sur 1 dunite, visible sur 1,5 km de longueur et 20 à 100 m de puissance maximale. Les autres affleurements péridotiques ont en général une extension hectométrique pour une puissance moyenne de l'ordre de quelques décamètres.

Parfois les pyroxénolites se chargent surtout dans la partie centrale des massifs, en feldspaths et passent accidentellement à des gabbros mélanocrates.

Péridotites et pyroxénolites sont toujours fortement serpentinisées et transformées en amphibolites magnésiennes. Les massifs et pointements de petite taille sont généralement entièrement transformés. Sur les massifs importants, la transformation est incomplète, et progresse préférentiellement le long de systèmes de diaclases en laissant subsister d'importants noyaux de pyroxénolites ou péridotites plus ou moins serpentinisées. Elle conduit ainsi à la formation de bandes métriques d'amphibolites schisteuses et de soapstones chloriteux, dont l'orientation, sur certaines parties des cartes antérieures, dans les massifs où ces bandes amphiboliques constituent les seules formations foliées apparemment en place au milieu de latérites brunes semées de blocs de pyroxénolites ou serpentines, a parfois été confondue avec l'orientation générale des alignements d'ultrabasites, conduisant ainsi à quelques erreurs d'interprétation.

3- Répartition régionale des ultrabasites et rapports avec les séries encaissantes. - Une cinquantaine de massifs ont été localisés dans la zone interne de Mananara. Quelques-uns seulement dépassent 1 km en allongement pour 2 à 300 m de puissance. Pour le reste, la puissance est généralement métrique à décamétrique





et l'allongement à peine hectométrique. Les massifs les plus importants s'accompagnent souvent d'un cortège de petites lentilles laminées d'amphibolites schisteuses et de soapstones, incluses dans les ectinites et migmatites encaissantes. Le contact des ultrabasites et de leur encaissement est cependant rarement visible, du fait des recouvrements latéritique et forestier. Nous avons déjà signalé plus haut le développement au contact de migmatites particulières à cloisons de chlorite ou de trémolite actinote qui prouvent que la mise en place des massifs est antérieure à la phase migmatitique décrite.

Comme les ectinites encaissantes qu'elles recoupent, les ultrabasites sont métamorphisées et montrent fréquemment des transformations métamorphiques d'un degré plus bas que leur encaissement, phénomène bien connu et décrit plusieurs fois déjà à Madagascar (R.GIRAUDON : étude de la série de la Rianila, et P.GIRAUD : étude de la région d'Andriamena). Elles semblent donc à première vue synmétamorphes mais aucun argument de terrain ne permet de préciser réellement l'âge de leur mise en place par rapport au métamorphisme et au plissement initiaux des ectinites.

Une seconde zone riche en ultrabasites apparaît au Nord-Ouest de Rantabe (vallées de la Voloina) et partie centrale de la feuille Mahakiry) et une troisième se situerait en bordure de la terminaison Sud du massif granitique, au Sud-Ouest de Soanierana-Ivongo. Entre ces zones privilégiées, des pointements dispersés sont signalés sur le reste de la feuille Soanierana-Ivongo et sur les feuilles Antenina et Manompana immédiatement au Nord, tandis qu'entre la zone de Mananara et le secteur Voloina-Mahakiry à l'extrême Nord, la totalité des feuilles Rantabe et Beanana paraît pratiquement stérile.



Dans chacune des trois zones considérées, les ultrabasites constituent des alignements préférentiels très nettement liés aux aires synclinoriales, les dômes granitoïdes adjacents en étant pratiquement dépourvus.

Néanmoins, même au niveau des aires ectinitiques, la répartition est également accidentelle. C'est ainsi que la prospection vers l'Ouest des importants niveaux ectinitiques de la Fahambahy immédiatement au Nord des alignements subconcordants de la zone de Mananara, n'a rien donné.

Les massifs ultrabasiques apparaissent ainsi en définitive correspondre à des intrusions résiduelles métamorphisées et plissées avec les terrains encaissants, dont la localisation en alignements grossièrement concordants au niveau de certaines aires ectinitiques s'explique essentiellement par une cause tectonique (zones de faiblesse du socle). Cette localisation présente une valeur certaine en tant que guide de prospection mais ne peut évidemment pas être invoquée à priori comme un argument valable permettant d'assimiler stratigraphiquement, par analogie, les niveaux ectinitiques du Mananara à tel ou tel autre système du socle malgache riche en roches vertes.

E- Aperçu structural de la série du Mananara. - La série du Mananara possède une structure générale, à l'échelle régionale en dômes (essentiellement granito-migmatitiques) et en cuvettes synclinoriales surtout ectinitiques. Mais dans le détail, de nombreuses complications apparaissent. Au Sud, la structure en dômes et cuvettes mollement ondulée est nette autour de la terminaison du massif granitique de l'Ivontaka, sur la feuille Soanierana où J. MARCHAL l'a d'ailleurs parfaitement mise en évidence dès 1959.





Mais à l'extrême Sud-Ouest, dans la zone d'ennoyage de la série du Mananara, de direction générale d'abord SW-NE s'infléchissant progressivement vers l'Ouest, zone sur laquelle viennent buter, à l'Ouest, les migmatites rubanées subméridiennes de la falaise et au Sud les micaschistes de la série de Vavatenina, la structure de détail devient confuse. Des écaill-les très redressées de migmatites granitoïdes et de granites à bordures fréquemment orthogneissifiées, recoupés de nombreuses fractures avec mylonites typiques, des migmatites et des gneiss variés appartenant à la série du Mananara, s'y succèdent avec en plus, et notamment sur la bordure Sud dans la région de Saranambana, des lambeaux micaschisteux francs accompagnés de quartzites très redressés, qui paraissent intercalés dans les formations précédentes mais qui sont, lithologiquement plus proches des micaschistes quartzeux de la série de Vavatenina que des faciès accessoires de la série du Mananara.

Plus au Nord, sur les feuilles Antara et Antenina, la structure se régularise, les principaux dômes prennent une orientation Nord-Est ou méridienne. Un fait intéressant, sur lequel nous reviendrons lors de l'étude précise du contact entre ces deux séries, à la limite de la série du Mananara et des gneiss d'Antenina à l'Ouest est la surimposition quasi constante, aux structures synclinoriales bien marquées de la série du Mananara qui séparent les principaux dômes migmatitiques, de structures également synclinoriales, mais à peine ébauchées, dans les gneiss d'Antenina.

Sur les moitiés Sud des feuilles Marovoara et Mananara, au Nord, la série du Mananara débute à l'Ouest par une vaste zone synclinoriale d'axe subméridien adossée à l'Est à une série de dômes qui s'orientent ensuite progressivement au Nord-Est, et séparés par des rides synclinoriales étroites de plus en plus



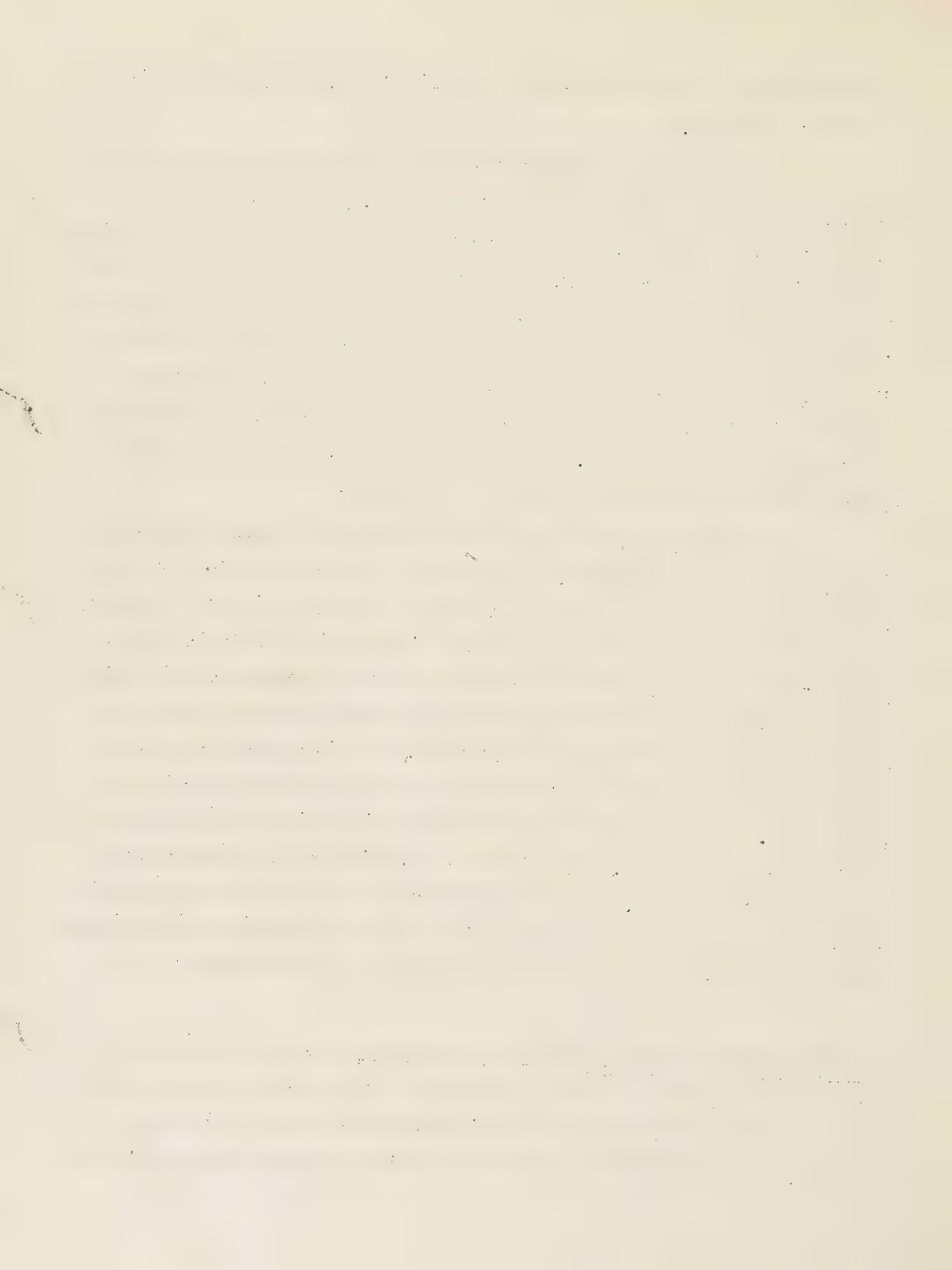


redressées et qui se déversent vers l'Est au contact des granites de l'Ivontaka.

Ces structures subméridiennes font brutalement place, au Nord du horst granitique de l'Ankirihiy, sur une dizaine de kilomètres de largeur, à des formations d'ectinites et de migmatites ocellées et granitoïdes pratiquement orthogonales (direction générale Nord 80° Ouest), aux précédentes, et qui viennent s'appuyer au Nord, à la masse principale des granites côtiers d'Antongil et aux dômes granitoïdes de la région interne de Beanana où l'on retrouve le schéma banal en dômes et cuvettes ou sillons synclinoriaux, avec une tendance, ici, à la dominance des axes Nord-Nord-Ouest et Nord-Sud.

La signification de cette anomalie au schéma général au niveau de la Fahambahy, n'apparaît pas clairement. Tout se passe comme si le bloc Sud de Mananara se trouvait par rapport à la masse des granites de la baie d'Antongil au Nord, décalé vers l'Est parallèlement au couloir de la Fahambahy. Cet accident important ne se marque cependant pratiquement pas au niveau des gneiss d'Antenina à l'Ouest, ni d'ailleurs par une cataclase plus intense qu'ailleurs au niveau du couloir de la Fahambahy. Il faudrait donc admettre qu'il s'agit d'une déformation très ancienne, antérieure au dépôt et au plissement de la série d'Antenina, ce qui apporterait une preuve supplémentaire de l'existence au moins d'une phase tectonique importante entre les dépôts des séries du Mananara et d'Antenina.

F- Métamorphisme de la série du Mananara.- Les associations minérales relevées situent l'ensemble de la série au début et dans la partie supérieure de l'amphibolite faciès de type Barrow, plus précisément, dans la majeure partie des cas, dans



les sous-faciès  $B_{2-2}$  à disthène-almandin-muscovite et  $B_{2-1}$  à staurotide disthène de Winckler, avec accessoirement des passages au type plus intense  $B_{2-3}$  à sillimanite et quelques paragé-nèses à chlorite magnésienne, surtout liées aux roches ultra-basiques, qui pourraient appartenir au métamorphisme de plus haute intensité de la zone des schistes verts.

Le disthène est effectivement très commun dans la plupart des concentrés alluvionnaires recueillis dans la série du Mananara et partant de cette constatation, nous avons établi, au fur et à mesure de l'avancement des levés, une carte régionale de la répartition, dans les concentrés, des principaux silicates de métamorphisme (cf planche n° 11 feuilles Antenina-Manompana). En tenant compte de l'abondance des minéraux (minéral commun, abondant ou secondaire) dans chaque concentré et de la dispersion alluvionnaire vers l'Est, on voit ainsi apparaître une répartition zonaire qui s'accorde grossièrement avec la zonéographie régionale.

L'épidote et le disthène existent en abondance dans toute la série du Mananara. La staurotide se concentre dans la zone côtière, la sillimanite est accidentelle, tandis que le grenat existe à l'état de traces dans la plupart des concentrés. A l'Ouest par contre, dans les diverses séries ectinitiques synclinoriales superposées à la série du Mananara, le grenat apparaît d'abord massivement dans presque tous les concentrés, accompagné de disthène et de sillimanite en proportions variables, et accessoirement d'épidote. Plus à l'Ouest encore, épidote et disthène disparaissent totalement au profit du grenat almandin et de la sillimanite qui restent seuls présents au niveau des migmatites rubanées du groupe Sahantaha-Manampotsy et des formations ectinitiques de leur flanc Ouest. Sur la carte au 1/500.000°

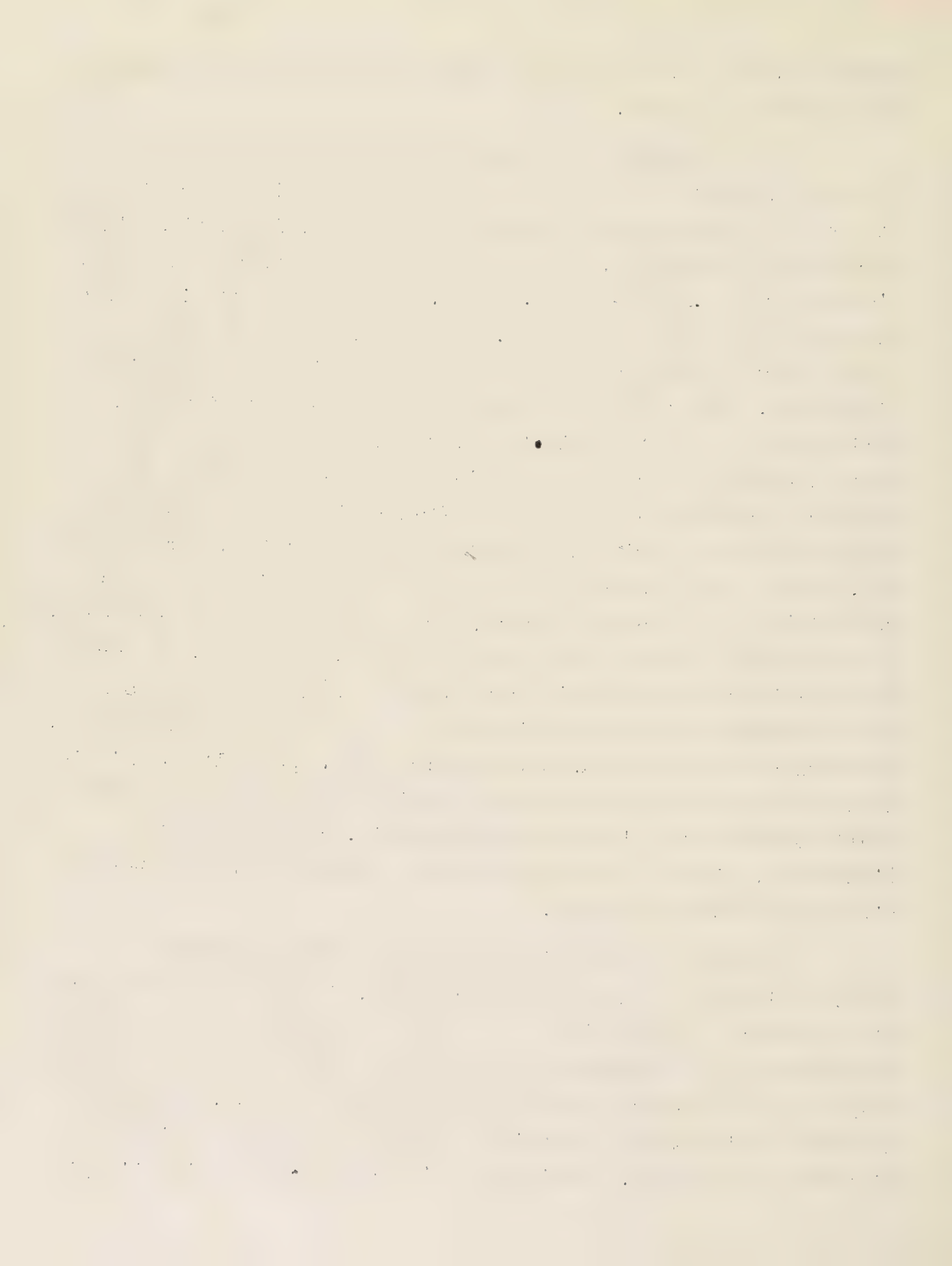




présentée, nous avons seulement porté la limite zonéographique du disthène à l'Ouest.

Pour le grenat et l'épidote, on peut au niveau des feuilles Antenina et Soanierana, tracer une limite de répartition qui se superpose pratiquement ici à la limite gneiss d'Antenina-série du Mananara, ce qui nous avait fait adopter en 1959, d'accord avec J.MARCHAL et O.DOTTIN, en reprenant une idée déjà exprimée par J.AUROUZE en 1950, les dénominations de série à épidote pour le Mananara et de série à grenat pour les gneiss d'Antenina. Nous préférons abandonner cette distinction trop limitative. En effet l'épidote existe en abondance dans les bancs calciques de certaines séries supérieures, lorsque sa présence s'accorde avec le degré métamorphique local comme par exemple dans les séries de Sahantaha au Nord et de Vavatenina au Sud, tandis que le grenat (outre le cas particulier de la zone grenatifère de la haute Fahambahy) est aussi un élément accessoire peu abondant mais commun dans la série du Mananara. Sa rareté du point de vue quantitatif par rapport à l'épidote dans la série du Mananara correspondrait plutôt à un caractère géochimique, (prédominance des niveaux silico-calciques), qui fait que l'épidote est le minéral alumineux et ferrifère qui apparaît préférentiellement dans l'ensemble de la série, de préférence à l'almandin, minéral banal de la zone à disthène dans les séries silicoalumineuses normales.

De même la staurotide, localisée principalement à la partie orientale de la série du Mananara, y possède une répartition néanmoins irrégulière : à l'état de traces dans les régions de Mananara et de Manompana, plus commun dans les niveaux d'Anjahely au Nord et dans la région de Soanierana au Sud. Dans cette dernière région elle est associée à l'affleurement à des niveaux à disthène sillimanite, tandis qu'à l'extrême Nord (région d'Anjahely)



hely) seules des formations à disthène sont connues ; H. de la ROCHE avait d'ailleurs différencié ici en 1950 dans la région côtière de l'Antongil, une zone de schistes verts englobant les granites côtiers, sans doute pour tenir compte de l'abondance du faciès chloriteux dans les lentilles ultrabasiques. Cependant les paragenèses relevées dans les granites : faciès à saussurite biotitifère, et dans les ectinites : niveaux à disthène et oligoclase acide stable montrent que l'on se situerait plutôt déjà dans le faciès amphibolite et que l'on ne peut guère tenir compte ici des transformations des ultrabasites pour définir la zonéographie régionale.

G- Conclusion à l'étude de la série du Mananara.- Caractères distinctifs de la série et problème particulier de l'existence de lambeaux des séries supérieures dans sa zone d'affleurement.

La série du Mananara, couverture normale des granites d'Antongil, possède par ses caractères : prédominance des faciès oeillés souvent mésocrates, abondance de l'épidote dans la plupart des faciès et des niveaux, une unité pétrographique qui la différencie aussi bien des migmatites rubanées de la falaise, souvent leucocrates, que des séries ectinitiques à dominance silico-alumineuse (Sahantaha, Antenina, Vavatenina) qui la limitent au Nord, à l'Ouest et au Sud.

Cette constatation qui traduit apparemment une différence géochimique importante entre les formations ayant donné naissance à la série de Mananara et celles des séries de l'Ouest, suffirait presque à elle seule à justifier la coupure établie entre le groupe de l'Antongil (regroupant granites et série du Mananara) et les autres formations.



Nous verrons en outre, au cours de cette étude que d'autres arguments lithologiques et structuraux viennent appuyer cette façon de voir et confèrent à la coupure adoptée une signification stratigraphique et structurale supplémentaire, l'antériorité de la masse du groupe de l'Antongil s'imposant, de toute évidence, du moins par rapport aux séries ectinitiques qui le bordent à l'Ouest, au Nord et au Sud.

Cependant, dans le détail, les choses sont un peu plus complexes. Si l'on considère la répartition des quartzites dans la série du Mananara, par exemple, la différence saute aux yeux entre la zone Nord de Mananara où les quartzites en bancs assez puissants et continus, abondent, et la zone Sud de Soanierana, où ils ne forment plus que des intercalations métriques dans un fond gneissique ou micaschisteux dominant.

Cette disposition coïncide à peu près avec ce que l'on retrouve dans les séries ectinitiques supérieures : série très différenciée de la Sahantaha au Nord, avec de très importants niveaux de quartzites à la base, et séries plus homogènes des micaschistes de Vavatenina et des gneiss d'Antenina au Sud et à l'Ouest.

Il y a donc une sorte de continuité à l'échelle régionale dans les conditions de sédimentation ayant présidé au dépôt des niveaux d'Anjahely et des séries ectinitiques supérieures.

La conséquence pratique en est, lorsque la migmatisation ocellée caractéristique de la série du Mananara est peu marquée, qu'il est très possible de trouver au contact des deux séries une superposition de faciès lithologiques très semblables.

Lorsque les levés de terrain permettent d'affirmer sans ambiguïté comme au contact du Sahantaha-Anjahely au Nord que





l'ensemble des niveaux d'Anjiahely rapporté au Mananara est bien antérieur au puissant niveau de quartzite de base de la Sahantaha, et séparé de cette série supérieure par au moins une phase de plissement importante, la superposition de faciès lithologiques semblables ne pose pas de problème d'attribution.

Mais lorsque la concordance est pratiquement réalisée entre les deux ensembles, comme au niveau de la moitié Sud de la feuille Marovoara entre les gneiss d'Antenina et les ectinites migmatisées rapportées au Mananara, ou au Sud au contact des micaschistes de Vavatenina, tracer une limite précise devient aléatoire, et on peut être tenté par la suite de réunir purement et simplement les deux ensembles dans une succession continue, comme le faisait O.DOTTIN au niveau de Mananara.

L'examen régional permet généralement d'écarter cette hypothèse, en ne laissant subsister, pour les niveaux d'Anjiahely, que la possibilité de les considérer au minimum comme des niveaux précurseurs des séries ectinitiques supérieures, dont ils seraient au moins séparés par une phase tectonique importante.

Nous avons vu cependant que même lorsque l'argument tectonique existe, comme par exemple le long de la majeure partie du contact avec la série d'Antenina, il y a de façon générale une ébauche de superposition des structures synclinoriales de la série supérieure à des structures identiques plus accusées dans la série du Mananara.

En poussant ce raisonnement, il est donc hautement probable que l'on puisse rencontrer, à l'intérieur de la série du Mananara, et de préférence superposés aux niveaux ectiniques de cette série, des lambeaux appartenant en fait aux séries supérieures, de la même manière que les arkoses et schistes de l'Andrarona, partie terminale de la série de la Sahantaha, comme



nous le verrons plus loin, existent au Nord de la presqu'île Masoala en lambeaux dispersés à l'intérieur de la masse granitique de l'Antongil.

Nous avons ainsi hésité par exemple avant d'attribuer à la série du Mananara les gneiss grenatifères de la haute Fahambahy, et certaines zones surtout micaschisteuses à la limite des feuilles Vavatenina-Fénérive et Soanierana. Cependant, à l'échelle des levés effectués, il ne nous était guère possible d'être affirmatif, et nous avons préféré, au delà de la limite générale des séries supérieures ectinitiques qui paraît évidente (à cause d'arguments tectoniques) ou probable (à cause de différences lithologiques nettes) n'établir aucune différenciation dans les formations ectinitiques rencontrées à l'intérieur de la zone d'affleurement attribuée à la série du Mananara, et laisser ainsi provisoirement en suspens le problème de lambeaux possibles des séries supérieures dans le secteur côtier.

III- LES FILONS BASIQUES TRANSFORMES.- Ces roches particulières sont décrites à la suite de l'étude des migmatites et des granites d'Antongil, car elles ne semblent pas exister, ou du moins n'ont jamais été identifiées dans les autres groupes. Leur existence, dans la zone côtière, par opposition aux dykes récents exempts de toute modification minéralogique qui abondent dans cette région, a été soulignée par A.LACROIX dès 1922, et confirmée par les levés de H. de la ROCHE en 1950 à l'Ouest de la baie d'Antongil.

A- Caractères de gisement.- Les filons transformés sont de puissance plus réduite (inférieure à 10 m) que les dykes récents, et de ce fait, ne se traduisent généralement pas dans la topographie. Les affleurements en place ne s'observent ainsi qu'au niveau de





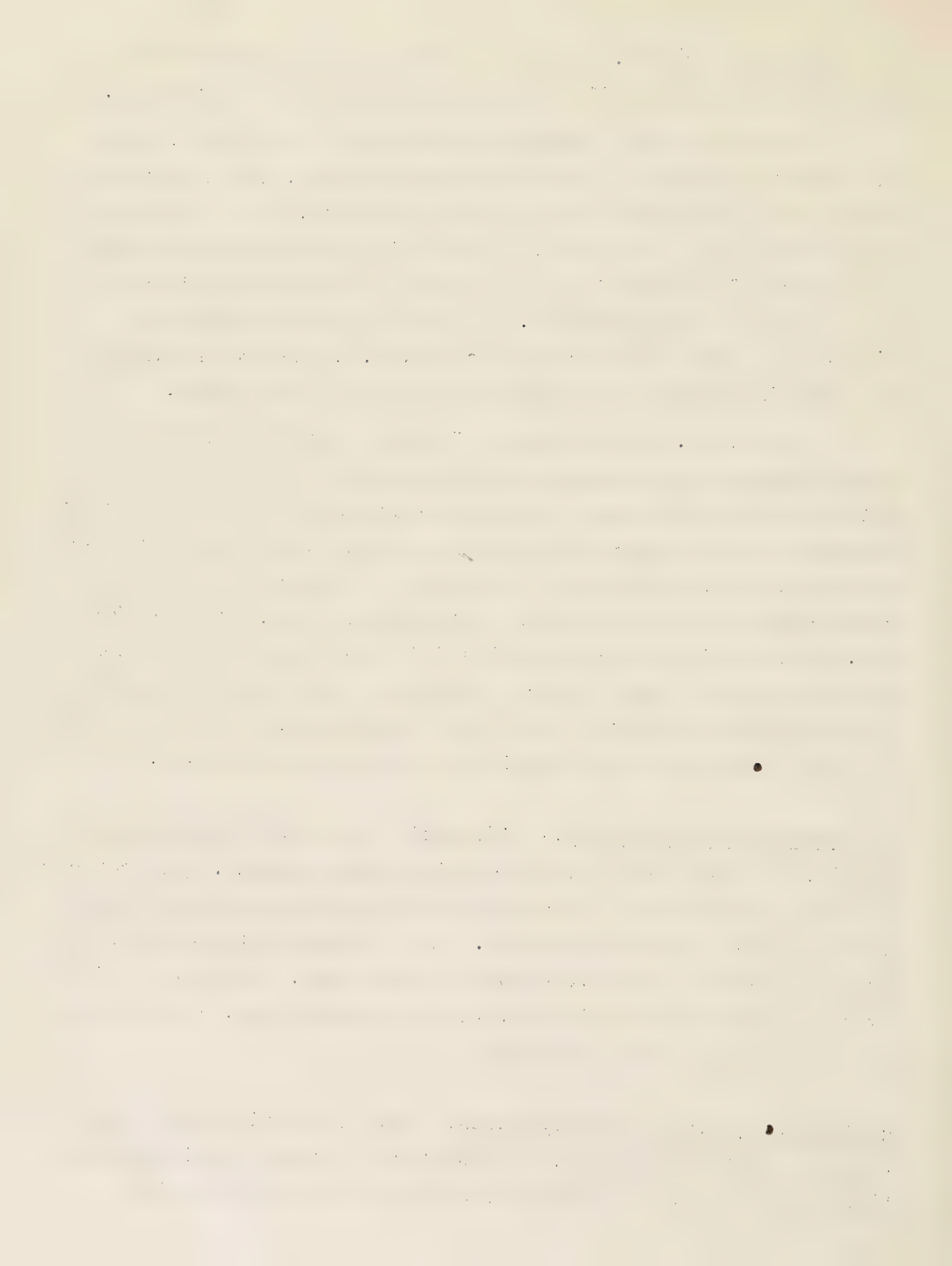
bed rocks privilégiés, et sur les coupes de la zone côtière (pourtour de la presqu'île Masoala et de la baie d'Antongil).

Dans les zones internes leurs éboulis se mêlent, sous le couvert forestier, à ceux des dykes récents, les uns et les autres étant recouverts d'une patine uniforme, ce qui rend leur séparation quasi impossible, à moins d'un échantillonnage systématique des "dolérites" qui n'a jamais été réalisé à l'échelle des levés de reconnaissance. Il semble néanmoins possible d'après les rares affleurements observés, de mettre en évidence une certaine répartition préférentielle des vieux dykes.

En effet, si les dykes à "faciès récent" utilisent indifféremment les fractures Nord-Sud à Nord 30° Est (direction côte Est), Nord 20° Ouest (Sambirano-Antongil) et Nord 80° Ouest (Androna) nous n'avons rencontré les filons transformés en place que sur des directions Nord 80° Ouest et Nord 20° Ouest, et accessoirement sur une direction orthogonale voisine de Nord 70° Est. La direction de fracturation "côte Est" empruntée par les filons supposés d'âge crétacé semblerait donc bien correspondre à une direction récente, peut être effectivement crétacée ou tout au moins postérieure aux dernières phases métamorphiques.

B- Composition originelle.- L'éventail des compositions moyennes possibles semble plus ouvert pour les dykes anciens, qui vont des diorites quartziques à hornblende fréquentes aux gabbros noritiques que pour les dykes récents, qui correspondent dans leur très grande majorité à des microgabbros augitiques, rarement à olivine avec des variations limitées vers les labradorites, les diorites et de très rares microgranites.

C- Transformations métamorphiques.- Dans la partie interne des feuilles Rantabe-Mananara, à l'Ouest de la masse granitomigmatitique principale, la totalité des échantillons recueillis,



rarement en place (sauf en quelques points de la vallée de la Rantabe et de la Fananehana) le plus souvent en alignements de blocs ou en galets (notamment sur la feuille Mananara et plus au Sud), correspond à des faciès de gabbros et d'orthoamphibolites grenatifères.

Au microscope la structure ophitique est nette. Les résidus d'augite sont cernés d'une couronne plus ou moins continue de hornblende verte à fort pléochroïsme, souvent bordée à l'extérieur d'une seconde couronne discontinue de granules de grenat almandin (type X.5429) développée au contact de plagioclase basique (andésine labrador). Ce dernier porte des traces de cataclase : macles irrégulières, fractures internes qui soulignent souvent des alignements de petits grenats anguleux.

Dans les faciès plus acides, apparaissent des agrégats interstitiels de quartz recristallisé, ainsi que la biotite. Le quartz existe aussi, dans les faciès très transformés, en association poecilitique secondaire avec la hornblende néoformée. Un peu de scapolite s'associe parfois au plagioclase. L'épidote apparaît de façon irrégulière, souvent associée au grenat dans les faciès andésinique. Le sphène est fréquent, généralement accolé à des squelettes d'ilménite.

Les paragénèses réalisées peuvent se résumer en définitive à deux types principaux extrêmes :

1- plagioclase basique, hornblende, almandin (biotite, quartz) avec pyroxène résiduel plus ou moins abondant.

2- andésine, épidote, hornblende, almandin (biotite, quartz).

La seconde association est caractéristique du faciès  $B_{2-2}$  (d'après WINCKLER) c'est-à-dire du faciès disthène almandin muscovite du type BARROW.

La première association est commune au faciès  $B_{2-2}$  et au faciès  $B_{2-3}$  à sillimanite almandin orthose, mais la comparaison avec les paragénèses réalisées dans les ectinites résiduelles permet d'affirmer l'appartenance probable au faciès  $B_{2-2}$ , en accord avec le métamorphisme des terrains encaissants.





Lorsqu'on passe maintenant à l'extrême Est du groupe, sur la partie occidentale de la presqu'île Masoala, on retrouve de nombreux dykes à faciès ancien, mais dans lesquels les transformations métamorphiques paraissent nettement moins intenses.

Les faciès les moins transformés montrent ainsi au microscope une ouralitisation débutante avec association de trémolite actinote, hornblende peu colorée et chlorite. Les plagioclases cataclasés montrent une saussuritisation irrégulière avec formation d'amas de zoïzite et exsolution fréquent d'albite en bordure. Des bordures schistifiées de quelques décimètres (type X.3782) à un mètre, chloriteuses et épidotiques, associées à des bandes d'épidotites quartzueuses, s'observent enfin communément au contact des dykes et des granites encaissants, qui sont souvent eux aussi très cataclastiques (faciès à cloisons de chlorite et d'épidote) et profondément saussuritisés (albite, zoïzite, séricite).

Sur le pourtour de la baie d'Antongil, les faciès sont légèrement différents : l'actinote tend à disparaître dans les produits de l'ouralitisation du pyroxène, au profit de la hornblende. Les bordures schistifiées, sur les affleurements en place, correspondent à des épidotites amphiboliques, plus ou moins riches en chlorite ferrifère (type de bordure associée à B.4349 à la carrière d'Anoromby au Sud de Rantabe), la biotite est parfois présente (type X.3077 du dyke de Fizoana au Nord de Mahavelona). La saussuritisation produit enfin communément des faciès à biotite et épidote ferrifère comme dans les granites encaissants.

D- Conclusion. - L'intérêt principal des transformations métamorphiques relevées dans les dykes est de laisser entrevoir une certaine zonéographie décroissante d'Ouest en Est qui, comme pour les granites encaissants semble s'accorder avec l'intensité du métamorphisme régional des séries ectinitiques du Nord et de l'Ouest; et d'imposer ainsi l'idée d'une mise en place des vieux dykes au moins contemporaine de la dernière phase métamorphique ayant affecté ces séries supérieures.





C - GROUPE DE SAHANTAHA MANAMPOTSY  
 ~~~~~

I- INTRODUCTION.- Pour la commodité de la description, nous ne suivons plus ici l'ordre stratigraphique normal.

Nous débuterons ainsi par l'étude des trois séries ecti-
nitiques :

- série de Sahantaha-Andrarona
-série d'Antenina
-et série de Vavatenina

qui occupent une position structurale équivalente (synclinoriale) entre la masse granito-migmatitique de l'Antongil à l'Est et les migmatites rubanées de la falaise, à l'Ouest et au Sud.

Nous poursuivrons ensuite par la description de ce vaste ensemble migmatitique (migmatites rubanées de la falaise) à caractère anticlinorial constant.

Et nous terminerons par l'étude de la bande graphiteuse qui en forme le flanc Ouest :

- série de Manampotsy-Brickaville
-leptynites de l'Andribabe-Bakiry
-gneiss et migmatites à graphite de l'Andranokely

Ce faisant, nous aurons l'occasion de décrire en divers points le passage latéral d'Est en Ouest, tant géochimique

(passage des séries de couverture différenciées à des séries plus profondes) que zonéographique (par augmentation générale du métamorphisme vers l'Ouest) des séries ectinitiques orientales à une partie au moins des migmatites de la falaise.

Tandis qu'à l'Ouest, l'étude de la bande graphiteuse fournira un exemple de passage latéral sur 400 km du Sud au Nord, dans cette série, depuis les gneiss du Manampotsy et migmatites du Brickaville (au niveau de Tamatave au Sud), par les leptynites à intercalations graphiteuses de l'Andribabe-Bakiry (à la latitude de l'Alaotra), jusqu'aux gneiss et migmatites à graphite dispersé de l'Andranokely (dans la région de Mandritsara au Nord).

Nous retrouverons d'ailleurs cette variation latérale du Sud au Nord encore plus accentuée dans la description du 3^e groupe précambrien de l'Alaotra-Androna, avec la succession, en continuité, au Nord de l'Alaotra, à la série pyroxéno-amphibolique typique de l'Alaotra-Beforona, du vaste ensemble migmatitique à résidus pyroxéno-amphiboliques de l'Androna.

Le schéma descriptif adopté pour le groupe du Sahantaha-Manampotsy n'a pas de prétentions stratigraphiques excessives. Nous tenons à éviter en particulier les assimilations hâtives. Nous n'affirmerons pas, ainsi, que les trois séries ectinitiques orientales sont synchrones, ou que leur équivalent occidental se trouve limité à la bande graphiteuse à dominance silico-alumineuse. L'observation du passage latéral des migmatites rubanées de la falaise à une partie au moins des ectinites des aires orientales, s'oppose d'ailleurs d'emblée à cette dernière restriction.

Mais en outre, nous verrons que dans ces séries ectinitiques orientales, notamment dans la série du Sahantaha-Andrarona,

les formations les plus récentes sont de plus en plus décalées vers l'Est, conformément à la polarité géosynclinale d'ensemble, centrée sur le sillon Alaotra-Andrarona et matérialisée à partir de cette zone par le déversement général des structures vers l'Est, que la synthèse structurale d'ensemble pourra mettre en évidence.

Le groupe du Sahantaha-Manampotsy dans son ensemble et le groupe terminal de l'Alaotra-Androna ne constituant à notre avis que deux épisodes principaux, séparés par une phase tectonique localement importante de la vie du même géosynclinal, il nous apparaîtrait tout à fait logique, sinon obligatoire, de retrouver dans cette optique, au delà de la ride migmatitique de la falaise, sur le "vieux socle d'Antongil", ou du moins dans la partie orientale des séries ectinitiques de couverture, des formations au moins synchrones des formations du sillon central Alaotra-Androna. Cette hypothèse ne fait que souligner un peu plus la précarité des essais de reconstitution stratigraphique précise, en terrain métamorphique précambrien, sur la base de considérations lithologiques et structurales et en l'absence de critère de datation absolue valable.

Ainsi, au cours des dernières années, le rôle du graphite, en tant que repère stratigraphique valable, a souvent été remis en question. Ce minéral existe en effet, en dehors des grandes séries graphiteuses continues et régulières sur plusieurs centaines de kilomètres (4 à 500 en moyenne) comme le Manampotsy et l'Ambatolampy, dans d'autres séries manifestement non contemporaines.

Malheureusement, les autres essais de synthèses partielles, les proposés font encore très souvent appel à des critères lithologiques locaux comme l'observation de séquences positives

(quartzites, micaschistes et gneiss, amphibolites et cipolins) souvent spectaculaires mais d'extension limitée et manifestement elles aussi, dans beaucoup de cas, non exactement synchrones.

Ainsi, dans le secteur côtier du Nord-Est, il existe déjà au moins deux de ces séquences localement superposées - niveaux d'Anjahely (granitisés) et série de Sahantaha (surtout ectinitique). Et en généralisant à l'échelle du socle, en l'absence d'analyse structurale vraiment précise permettant d'assurer soit la continuité, soit les modalités d'une variation latérale ou verticale, le risque est grand d'aboutir à une simplification excessive par l'assimilation d'épisodes locaux lithologiquement semblables mais non synchrones, en faisant pratiquement assumer le rôle stratigraphique refusé au minéral graphite par une formation quartzitique plus ou moins développée; ce qui ne constitue pas en définitive un progrès évident.

II- SERIE DE SAHANTAHA-ANDRARONA.- A- Localisation.- Dans sa définition actuelle, la série de Sahantaha-Andrarona correspond :

-aux formations ectinitiques qui limitent le massif d'Antongil au Nord et qui couvrent, outre le synclinorium de Sahantaha au Nord-Ouest de Maroantsetra, la presque totalité de la feuille Antalaha plus à l'Est (en y englobant l'ancienne série côtière des schistes et quartzites de l'Andrarona)

-ainsi qu'aux formations surtout ectinitiques du 1/3 Ouest de la feuille Ambodihazomamy V.38 où elles constituent notamment l'essentiel du synclinal du Mahakiry, prolongement et homologue exact, au Sud-Ouest du synclinorium de Sahantaha proprement dit.

Au Nord et au Nord-Ouest, sur les feuilles Andapa et Sambava, qui n'ont pas fait l'objet de levés réguliers depuis

les cartes de reconnaissance de L.LAPLAINE et de P.BRENON, les limites de la série, ou les modalités de son passage à des séries attribuées jusqu'à présent (carte au 1/1.000.000^e 1964) aux systèmes du Vohibory et du Graphite, ou à la série supérieure des schistes et quartzites, sont très mal connues.

A l'Ouest, les formations ectinitiques du synclinal du Mahakiry se fondent progressivement dans les migmatites rubanées de la falaise.

B- Historique.- Le terme de série de Sahantaha a été créé par H. de la ROCHE en 1950 pour désigner au Nord-Ouest de Maroantsetra dans la région de Sahantaha (rivière et village) et au-dessus de la zone granitique d'Antongil, "une série d'ectinites dont les relations avec les séries précédentes" (il s'agit essentiellement ici des niveaux ectinitiques résiduels de type Anjiahely inclus dans la masse granitique d'Antongil sous-jacente) "n'ont pu être établies par suite de la difficulté du terrain" (TBG. n°26 p.11).

A l'extrême Est, les schistes de l'Andrarona (rivière au Sud-Ouest d'Antalaha) sont pour la première fois décrits par A.LACROIX dans sa Minéralogie de Madagascar (1923), où il reprend essentiellement des indications et l'étude d'échantillons fournis par M.ROUAIS, ingénieur des Mines qui, vers 1916, exploitait la minéralisation aurifère (alluviale et filonienne) liée à ces schistes. Le faible degré métamorphique de ces schistes faisait supposer à A.LACROIX qu'ils pourraient bien être d'âge primaire et il incitait, dans cette optique, à y entreprendre des recherches de fossiles.

En 1935, A.LENOBLE en levant la feuille Antalaha, attribue à une "série du Vohimena" l'ensemble des formations ectinitiques de degré métamorphique moyen, gneiss et micaschistes, qui

couvre la majeure partie de la feuille Antalaha (et englobe à l'Ouest la série type de Sahantaha définie ultérieurement par H. de la ROCHE) ; et il en sépare à l'Est, les schistes et quartzites sériciteux de l'Andrarona qu'il attribue à une série discordante postérieure ou "Série des Schistes et Quartzites", d'âge "certainement primaire".

Avec ces séries du Vohimana et des Schistes et Quartzites, A.LENOBLE transposait, au Nord-Est, les subdivisions qu'il avait adoptées, à peu près à la même époque, pour les formations du socle du Sud-Ouest d'Ambositra, sur les hauts plateaux, à 300 km au Sud-Ouest de Tananarive. Dans cette région des hauts plateaux, la découverte par A.LENOBLE, en 1936, d'un échantillon de schiste charbonneux psammitique avec des restes fossiles (écaille de lépidodendrée, débris indéterminés de Gastéropodes et de Lamellebranches) impliquant "un âge qui ne saurait être antérieur au Dévonien", lui permettait apparemment d'être affirmatif sur l'attribution au Primaire des Schistes et Quartzites de ce secteur. "Apparemment" seulement car, par la suite ses recherches, puis celles d'une pléiade de géologues, dans la région de provenance de l'échantillon, sont toujours restées stériles. De plus, ces schistes "dévonien" se sont avérés recoupés par des granites de 550 MA (Rb/Sr et Ph/alpha). Cependant, ce dernier fait n'est pas absolument incompatible avec la présence de fossiles autres que dévonien, car à la première détermination d'écaille de Lépidodendrée, le professeur P.PRUVOST a substitué depuis celle moins limitative de "fragment d'un axe ligneux de Cryptogame vasculaire, avec cicatrice foliaire".

Le fait que toutes les recherches effectuées sur les hauts plateaux soient restées stériles, joint à celui que l'échantillon fossilifère n'avait été identifié qu'au laboratoire, a incité M.H.BESAIRIE à émettre à plusieurs reprises, l'idée

que ce fossile aurait bien pu être recueilli dans les faciès Andrarona peu métamorphiques de la région d'Antalaha, parcourue à la même époque par A.LENOBLE.

En 1963, nous avons ainsi échantillonné très attentivement les lambeaux de schistes de l'Andrarona, au Nord-Est de la presqu'île Masoala, sans découvrir aucune trace fossilifère. De même M.BERTUCAT a prospecté en vain en 1964 les schistes de l'Andrarona proprement dits, et ses prélèvements pour la recherche ultérieure de microfaune ou de micro-flore, sont également restés stériles (renseignement oral).

Ainsi ce problème du fossile reste donc entier.

La région d'Antalaha est restée à l'écart de la recherche géologique à Madagascar de 1935 à 1962, à part l'incursion de H. de la ROCHE en 1950 au Nord-Ouest de Maroantsetra et celle de L.LAPLAINE au Nord, à l'occasion du lever de la feuille Andapa. L.LAPLAINE y distingue surtout des gneiss à grenat, sillimanite et graphite, qu'il attribue au Système du Graphite, en même temps qu'il réduit sérieusement à l'Est, l'aire d'extension de la série des Schistes et Quartzites de A.LENOBLE.

En 1962, B.FOISSY (BRGM) lève la moitié orientale du synclitorium de Sahantaha et fournit une excellente description lithologique et zonéographique de la série dans ce secteur.

La même année, plus à l'Ouest, M.DONNOT (BRGM), montre que les quartzites des crêtes de l'Anjiabe, qui prolongent visiblement (en photogéologie) les quartzites de base de la Sahantaha, et que A.LENOBLE, puis H. de la ROCHE ont attribué à la série discordante terminale des Schistes et Quartzites, sont interstratifiés, à ce niveau dans des gneiss à grenats indistinguables des ectinites de la Sahantaha. Cependant, la cartographie d'ensemble dans cette région reste imprécise à cause

d'un recouvrement d'alluvions lacustres important (grès et argiles de Matsoandakana).

En 1963, en levant la presqu'île Masoala, nous avons l'occasion de rencontrer pour la première fois les faciès de la Sahantaha (au Nord-Ouest de Maroantsetra) et ceux de l'Andrarona au Nord-Est de la presqu'île dans la région d'Ambohitralanana, et que nous appelions alors ici "série d'Ambohitralanana. Encore sous le coup des impressions de terrain, nous écrivions en décembre 1963 dans le rapport annuel du Service Géologique (p.44): "Comme la série de Sahantaha, la série chloriteuse d'Ambohitralanana apparaît donc comme une série en couverture discordante sur le socle, qui débute par des quartzites. Cette série est beaucoup moins quartzreuse que celle de Sahantaha ; on a donc ici un changement latéral de faciès", ... et plus loin : "En définitive série de Sahantaha et série d'Ambohitralanana appartiennent très certainement à un même ensemble stratigraphique. La première série de faciès lithologique plus varié et moins profond que la seconde, a été métamorphisée dans le faciès amphibolite, tandis que la seconde n'a été soumise qu'à un métamorphisme de faciès schiste vert".

Mais 4 mois plus tard, dans mon rapport final, constatant que je n'avais aucune preuve de terrain dans la limite de mes levés d'un passage continu Sahantaha-Ambohitralanana, je me contentai de faire état de l'hypothèse ci-dessus, et continuai à attribuer classiquement dans la légende de la carte au 1/200.000^e publiée, les niveaux d'Ambohitralanana aux schistes et quartzites supposés primaires de l'Andrarona.

La nouvelle carte au 1/1.000.000^e publiée en 1964 par M.H.BESAIRES, en tenant compte de tout ce qui précède, séparait alors l'aire Sahantaha-Andrarona en 3 unités différentes :

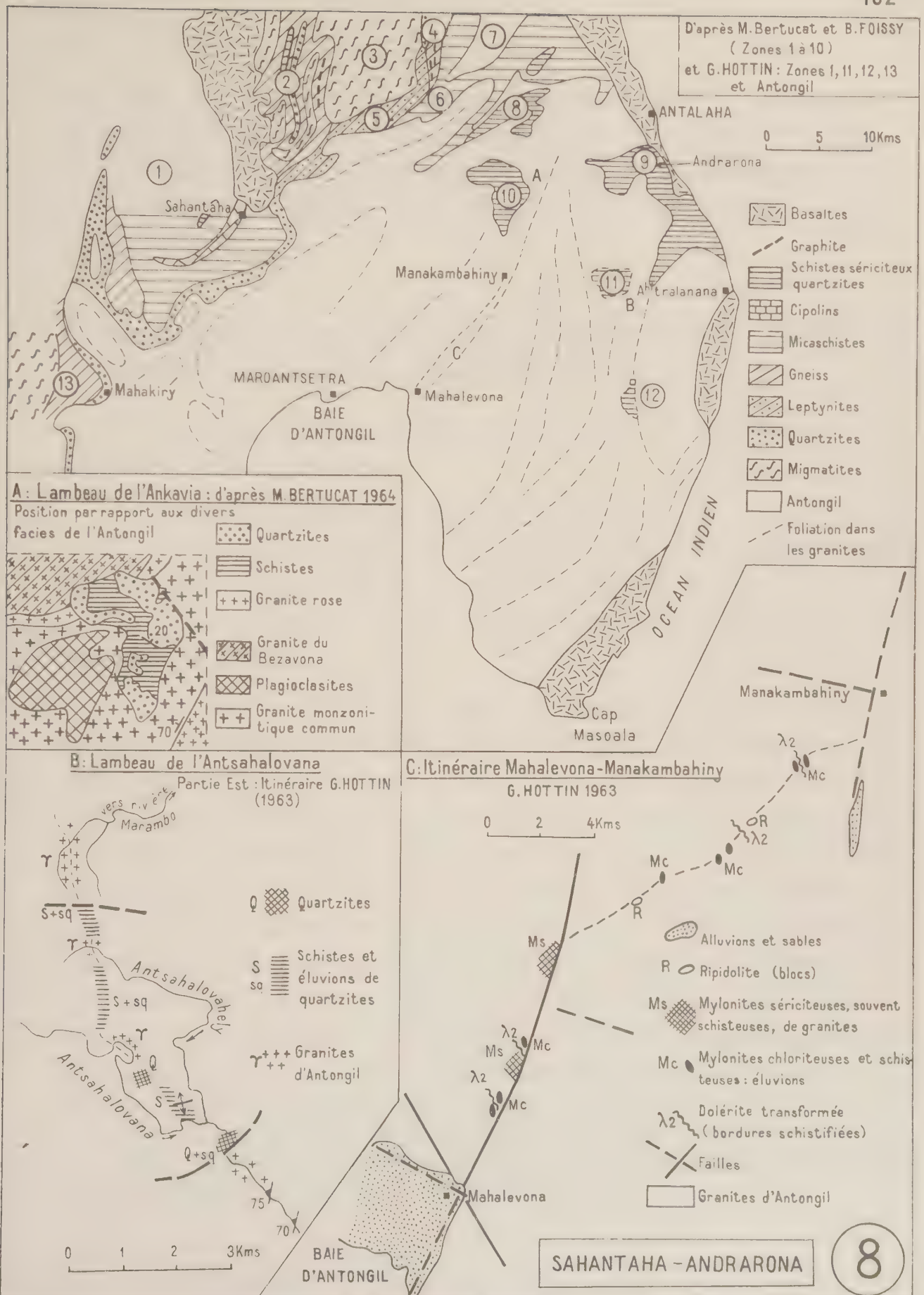
-à l'Est la série du synclinorium de Sahantaha attribuée au Vohibory terminal,

-au centre, les ectinites de la zone interne d'Antalaha, dans le prolongement des formations graphiteuses d'Andapa, attribuées au Système du Graphite,

-tandis qu'à l'extrême Est, les schistes d'Andrarona et d'Ambohitralanana sont toujours rapportés à une série discordante des Schistes et Quartzites, mais qui, étant recoupée localement par des granites attribués à l'orogénèse infracambrienne (accompagnée des dernières manifestations granitiques connues à Madagascar), devient précambrienne comme son homologue des hauts plateaux.

La même année, M.BERTUCAT (BRGM) lève les feuilles de la zone interne d'Antalaha et réunit pour la première fois en lever régulier, les formations de Sahantaha et de l'Andrarona. Il démontre alors le passage des quartzites de base de la Sahantaha au Nord-Ouest à des leptynites à intercalations graphiteuses, l'identité des ectinites (essentiellement des micaschistes) de la région interne d'Antalaha et de celles du synclinorium de Sahantaha, et le passage en continuité très probable, en superposition normale, dans le synclinal de la Longozabe à proximité de l'Andrarona, des micaschistes aux schistes sériciteux et carburés et aux quartzites typiques de l'Andrarona. Il admet alors l'hypothèse d'une série continue que nous avons exprimée plus haut ; mais il spécifie cependant que "cette hypothèse pourrait être infirmée par la découverte de fossiles datés du primaire dans les sédiments peu ou pas métamorphiques de l'Andrarona ". CRSG 1965 p.80.

Enfin, en 1966, le lever de la feuille Ambodihazomamy V.38 jusque là absolument vierge, nous fait retrouver dans le



synclinal du Mahakiry, les formations homologues de celles de la Sahantaha et surtout permet d'apporter quelques précisions sur le passage vers l'Ouest des ectinites de la Sahantaha aux migmatites de la falaise rapportées depuis toujours au Système du Graphite.

C- Description des principales unités de la série*.- 1- Série du synclinorium de Sahantaha proprement dit (1).

a- Description pétrographique.- Elle se décompose nettement en trois parties :

- une séquence quartzitique de base
- une séquence silico-alumineuse (gneiss et micaschistes avec niveau hyperalumineux fréquents) moyenne
- une séquence carbonatée (cipolins et amphibolites) terminale.

- Les quartzites de base atteignent localement 400 m de puissance (crête du Tsimahitondrano, au Sud de la Vohimaro). Ce sont généralement des quartzites blancs, non minéralisés, de texture assez variable. Les faciès communs sont les quartzites à grain fin, massifs lorsqu'ils sont frais, mais qui s'altèrent généralement en surface, dans ce secteur constamment imbibé d'humidité, en une roche d'aspect "gréseux", facilement désagrégeable. Et c'est certainement cet aspect "gréseux" commun à l'affleurement, qui a incité les premiers auteurs, en l'absence d'observation précise des contacts, à séparer certaines grosses masses de quartzites entourés d'épandages de sables blancs

* - Voir planches 8 et 9. Les chiffres placés entre parenthèses dans le texte indiquent la localisation sur les planches des principales unités structurales décrites.

(comme les quartzites des crêtes de l'Anjiabe-Vohibola qui ferment le synclinorium de Sahantaha à l'Ouest) de leur contexte stratigraphique réel, pour les rattacher à la série "supérieure" peu métamorphique des Schistes et Quartzites.

Les autres faciès parfois présents, dans ces niveaux de base, sont des quartzites lités à grain fin, parfois à muscovite, et des quartzites à gros grain plus ou moins translucides, passant localement à des lentilles métriques concordantes, de quartz laiteux ou totalement translucide, à cassure esquilleuse, sans traces de cristallisation granoblastique visible à l'oeil.

Les quartzites réapparaissent en outre à différents niveaux dans le reste de la série, en bancs continus, de puissance métrique à décamétrique. Les faciès sont très variés. Outre les quartzites blancs banaux, il existe des quartzites feldspathiques, d'aspect massif, ou légèrement folié, de structure granoblastique fine et homogène, plus ou moins riches en microcline quadrillé interstitiel et en oligoclase, qui passent progressivement à des faciès leptynitiques, presque hololeucocrates. Il existe aussi, surtout associés à la séquence silico-alumineuse moyenne, des faciès micacés à biotite et muscovite, des faciès à disthène et sillimanite, accessoirement à grenat, et quelques niveaux à amphibole et biotite.

- La séquence silico-alumineuse moyenne correspond dans la majeure partie du synclinorium, à des micaschistes généralement à deux micas. Les faciès riches en muscovite, souvent accompagnée de disthène, abondent surtout à l'Est, et dans la partie médiane au Sud de la Vohimaro. Le grenat est très commun. Les faciès à staurotide accidentels. La sillimanite est nettement concentrée à l'Ouest (à partir du méridien 720 par exemple, dans la coupe de la vallée de la Vohimaro).

Les gneiss intercalés à l'Est dans la série silico-alumineuse moyenne sont souvent très quartzeux et leucocrates (muscovite et biotite rares) et proches de faciès leptynitiques.

Les gneiss à biotite amphibole, essentiellement plagioclasiques, existent en intercalations, associés à de minces niveaux amphiboliques, vers le sommet de la séquence notamment à l'approche de la zone à cipolins.

Les gneiss à biotite, parfois à sillimanite et disthène, accolés à l'Ouest aux quartzites de base de l'Anjiabe-Vohibola, sont souvent très leucocrates, et proches de faciès leptynitiques.

- La séquence carbonatée terminale dans la partie centrale du synclinorium est caractérisée par ses cipolins, étroitement interstratifiés avec des amphibolites, dans un fond de gneiss à amphibole.

Les cipolins apparaissent d'abord, à l'Ouest de Sahantaha, dans un premier niveau, en bandes de puissance décimétrique à métrique. On les retrouve ensuite dans un deuxième niveau beaucoup plus continu, où leur puissance peut atteindre 50 m. Ce sont des roches à large cristallisation, souvent de couleur légèrement bleutée. Les minéraux accessoires communs sont l'épidote, le diopside, le sphène, le phlogopite, le quartz, et accessoirement la wollastonite et la fuschite, répartis généralement suivant des niveaux privilégiés. La plupart des cipolins sont légèrement dolomitiques.

Les amphibolites associées sont le plus souvent schisteuses et feldspathiques, l'épidote y est très commune. Les faciès quartzeux passent à des gneiss qui renferment souvent une petite proportion de diopside.

Les pyroxénites sont accidentelles : quelques faciès à diopside et wernérite sont liés aux cipolins et aux amphibolites précédentes.

b- Aperçu structural.- Le synclinorium de la Sahantaha possède un coeur très plissoté (pendages supérieurs à 45°) avec des directions Est-Ouest dominantes au niveau de la zone à cipolins.

Par contre, les flancs Est, Sud et Sud-Ouest sont peu redressés avec des pendages inférieurs à 30°. Les affleurements des quartzites de base peuvent ainsi s'étaler sur plusieurs kilomètres, comme au Sud du Tsimahitondrano, où leurs larges affleurements parfois tabulaires correspondent à la fermeture périssynclinale majeure d'axe sensiblement Nord-Sud, du synclinorium au Sud de la Vohimaro.

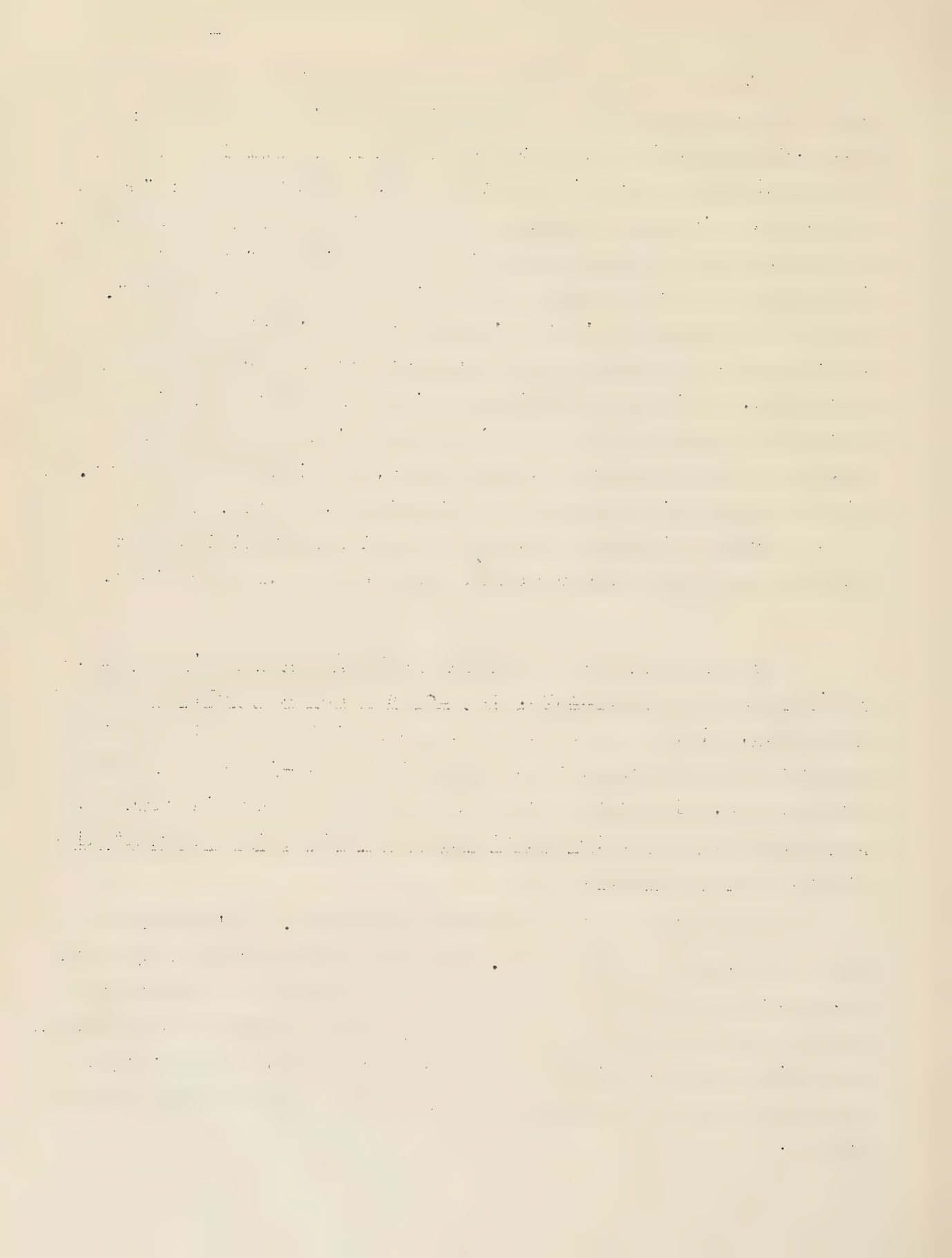
A l'Ouest, immédiatement au Nord de la Vohimaro, l'étalement des quartzites correspond à la terminaison périanticlinale d'un pli déjeté d'axe Nord-Sud (au niveau du signal Vohibola) dont le coeur échancré sépare en deux branches les quartzites de l'Anjiabe et fait réapparaître les migmatites du socle. Cette structure s'ennoie progressivement vers le Nord au niveau de l'Antanambalana et au delà, les quartzites forment encore dans le prolongement un alignement discontinu dont la position structurale dans un contexte gneissique, non différencié de la Sahantaha, reste imprécise.

c- Métamorphisme.- Les paragenèses rencontrées, tant dans les faciès silico-alumineux et hyperalumineux que dans les faciès calciques correspondent pour l'ensemble du synclinorium aux zones B₂₋₁ et B₂₋₂ (TURNER et VERHOOGEN, 1960) de l'almandin amphibolite faciès du type BARROW.

Un fait très intéressant est la croissance générale du degré métamorphique dans le synclinorium d'Est en Ouest ; ce que B.FOISSY avait déjà noté en 1963 dans la moitié orientale du synclinorium lorsqu'il écrivait (p.98 CRSG 1963) : "La remarque que l'on peut formuler est la suivante : le métamorphisme semble plus faible au début" (soit à l'Est) "et devient plus important au fur et à mesure que l'on monte dans la série". En fait cette anomalie n'est qu'apparente et s'intègre bien dans la constatation générale de l'augmentation progressive du métamorphisme, à l'échelle régionale d'Est en Ouest : ainsi le métamorphisme continue-t-il à croître vers l'Ouest sur le flanc occidental du synclinorium de Sahantaha, atteignant localement, au pied des quartzites de base de l'Anjiabe-Vohibola, la zone B₂₋₃ à grenat sillimanite dans les gneiss leptynitiques et quartzeux qui sont immédiatement superposés aux quartzites.

d- Contacts avec le groupe sous-jacent de l'Antongil.-
A l'échelle cartographique, les formations du synclinorium de la Sahantaha, limitées par une bande quartzitique continue qui se superpose indifféremment aux formations sous-jacentes : faciès granitiques, migmatites et ectinites résiduelles d'Anjiahely, paraissent bien devoir constituer une série originellement discordante sur un socle.

Cette impression se trouve amplifiée, à l'échelle des structures, par le contraste, notamment sur la feuille Mahakiry, entre les quartzites subhorizontaux formant la terminaison Sud du synclinorium et les formations sous-jacentes très redressées d'Anjiahely, intégrées dans des structures migmatitiques complexes souvent divergentes et beaucoup plus réduites (planche 9).



Ce contraste apparaissait déjà, dès 1950, dans la cartographie d' H. de la ROCHE, qui semble opposer nettement les formations Nord-Sud et subverticales de la vallée d'Anjiahely, à celles, pratiquement Est-Ouest et subhorizontales qui caractérisent, 3 à 4 km plus au Nord les ectinites de la Sahantaha.

Nous avons cherché à préciser ce contact, en remontant au Nord du village d'Anjiahely, la rivière Maria, puis un de ses affluents Ouest, jusqu'aux quartzites, subhorizontaux dans l'ensemble, de la terminaison périclinale majeure.

Les formations ectinitiques d'Anjiahely, interstratifiées dans des granites divers, le plus souvent leucocrates, se retrouvent avec une direction subméridienne pratiquement constante (Nord 10° Est) et très redressées (P.70° Ouest) jusqu'à 1,5 km du contact. Au delà, vers l'Ouest, on passe à des granites leucocrates dans lesquels foliation et pendage sont au départ conformes à ceux des ectinites précédentes (D.10° Est ; P.70° Ouest). Puis, la direction générale de la foliation restant constante, le pendage apparent s'atténue progressivement vers l'Ouest, donnant une valeur moyenne à 500 m des quartzites de 40° Ouest. Ce caractère s'accentue encore plus à l'Ouest, et le dernier affleurement en place, à 200 m du contact apparent donne une valeur de 20° Ouest, dans les granites toujours leucocrates et homogènes, d'aspect ici franchement cataclastique, souligné localement par de minces placages concordants d'épidote.

Au delà, la rivière forme un replat encombré de blocs de quartzites, de galets divers et de sables qui ne laissent plus entrevoir le bed-rock.

Les quartzites forment ensuite une falaise de près de 100 m, que la rivière franchit par 4 chutes d'environ 20 m, séparées par des paliers de quelques mètres. Elle ne peut plus être suivie et le contact exact quartzites-socle, à la base, masqué par des éboulis, n'est pas visible. Les premiers quartzites observés en place, en contournant les chutes par le Sud, au niveau du 3° palier de la falaise donnent une direction Nord 10° Est et un pendage Ouest faible absolument concordants avec ceux du dernier affleurement granitique.

Il y a donc concordance apparente, au contact entre les quartzites et les formations sous-jacentes.

Ce phénomène se retrouve à l'Ouest du synclinorium, dans la vallée de la Vohimaro au contact des quartzites et des migmatites à épidote, bien que la rivière emprunte ici une zone

faillée de direction Nord-Est qui décale d'environ 200 m vers l'Est les quartzites de la crête du Tsimahitondrano au Sud de la rivière.

En effet, immédiatement au Nord, les quartzites du Vohibola ont un pendage Est faible 30° et une direction sensiblement Nord 50° Ouest à proximité du contact avec les migmatites. Le contact exact qui se situe dans une zone d'alluvionnement calme en amont des rapides qui marquent la traversée des quartzites, n'est pas visible, et 200 m au delà, le premier bed-rock dans la rivière est constitué par une migmatite ocellée à épidote de direction Nord 50° Ouest et à pendage faible 20° Est comme les quartzites sus-jacents. Assez rapidement ensuite, les pendages dans les migmatites se redressent (atteignant 50 à 70° Est à 1,5 km des quartzites) tandis que la direction d'ensemble Nord 30° Ouest paraît devenir légèrement discordante, dans ce secteur, sur l'orientation générale du banc de quartzite.

Nous verrons également plus loin que les quartzites de base subhorizontaux du synclinal du Mahakiry (P.10° Ouest) succèdent aussi en concordance apparente à proximité du contact, aux migmatites à épidote.

Ainsi, dans toute cette zone, même là où la discordance cartographique semble la plus manifeste, il y a concordance au contact entre la schistosité de stratification (en moyenne inférieure ou égale à 20°) dans les quartzites de base et la foliation des roches migmatito-granitiques sous-jacentes, et ce n'est qu'en s'éloignant de plus d'1 km en général que les divergences, marquées surtout par des successions de pendages très redressés, et des directions parfois légèrement discordantes, apparaissent.

On aboutit ainsi, au niveau de la fermeture périsynclinale majeure du synclinorium au Nord-Ouest d'Anjiahely : Planché 9, à la superposition nette des bancs de quartzites de base, subhorizontaux ou faiblement pentés, à une structure synclinale très redressée, d'axe Nord-Est, située dans les niveaux d'Anjiahely granitisés qui séparent les deux dômes granitomigmatitiques

majeurs, pratiquement orthogonaux, de la partie Nord de la feuille Mahakiry. Cette disposition se retrouve aussi un peu plus au Nord-Est, où un petit dôme "concordant" de granites leucocrates (pendages au centre supérieurs à 45°), d'axe Nord-Est, à cheval sur la rivière Vohimaro, provoque la diminution brutale de l'aire d'affleurement des quartzites sur son flanc Ouest, et au contraire leur avancée spectaculaire en falaises subhorizontales de plus de 200 m de hauteur, vers l'Est et le Sud, au niveau de ses fermetures périanticlinales Sud et Nord.

L'importance du niveau quartzitique de base de la série rend ici très apparent, le phénomène général signalé au Sud, au contact de la série du Mananara et des séries supérieures, de la superposition commune de structures ébauchées dans ces dernières à des structures identiques mais très accusées dans la première.

Ce phénomène ne peut s'expliquer que par l'existence d'une phase de plissement importante entre ces deux ensembles ; et la foliation concordante des roches du socle à proximité du contact paraît essentiellement pouvoir être liée au rejou des môles granito-migmatitiques lors des phases tectoniques responsables du plissement des séries supérieures.

Plus à l'Est, dans la zone étudiée par B.FOISSY, le contact précis est souvent masqué par des éboulis ou inaccessible. Les gorges de la Vohimaro, en particulier, ne peuvent être suivies ; et le layon BRGM que nous avons emprunté pour atteindre le centre du synclinorium suit la ligne de crête principale sans affleurement, à l'Est de la rivière. Nous n'avons pas refait l'itinéraire de la piste de Sahantaha (depuis Ambinanitelo) où B.FOISSY signale (p.99, CRSG 1963) que "le contact semble se faire sans aucune modification et la limite peut être tracée à plus ou moins 50 m près". Mais il ajoute immédiatement après :

"Quand on fait quelques coupes de détail, on s'aperçoit qu'il y a une zone, peu épaisse mais nette, d'interférence. Cette interférence se manifeste par l'apparition de feldspaths avec enrichissement en micas, biotite et muscovite. Les feldspaths se présentent sous la forme de microcline qui se développe dans un fond de fine mosaïque de quartz très micacée. La roche devient une véritable cornéenne. Il n'y a pas apparemment formation de minéraux nouveaux de métamorphisme de contact, tels que l'andalousite, le disthène ou la staurotide. Cette zone de transition peut avoir une épaisseur d'une dizaine de mètres".

A l'Ouest nous n'avons pas pu observer cette zone d'interférence réduite (n'ayant jamais observé la zone de contact réel), mais on trouve, à différents niveaux, dans les quartzites de base, des intercalations de quartzites micacés et feldspathiques, dans lesquels le microcline "intersticiel", toujours xénomorphe, est souvent plus ou moins amiboïde ou "à bordures envahissantes".

A l'Est, à la limite de la feuille Antalaha, dans le prolongement de la zone B.FOISSY, nous avons récolté en 1963, à quelques mètres du contact réel semble-t-il, des quartziques feldspathiques altérés (kaolin) à muscovite, que par analogie avec les arkoses de l'Andrarona à l'extrême Est, nous avons interprété comme des faciès analogues recristallisés dans la zone à disthène. Notons que l'on se trouve d'ailleurs ici à mi-chemin entre la zone d'interférence de B.FOISSY et les leptynites à galets de granites qui d'après M.BERTUCAT (1964), remplacent les quartzites de base au Nord, et qu'il interprète également comme des arkoses originelles.

Le problème de la zone d'interférence ou du métamorphisme de contact à la base du synclinorium de la Sahantaha reste donc obscur. Un métamorphisme de contact, dans la zone amphibol-

FEUILLE AMBODIHAZOMAMY Y.38



Lacustre de Matsoandakana

MIGMATITES DE L'OUEST

Migmatites surtout rubannées
et gneiss indifférenciés

Zones gneissiques
souvent grenatifères

Amphibolo-pyroxénite

Leptynite à grenat

SYNCLINAL DU MAHAKIRY

Quartzites

Gneiss à biotite

Gneiss à amphibole

Disthène

Sillimanite

Gneiss à amphibole

Amphibolites

SYNCLINAL DE SAHANTAHA

Quartzites

Micaschistes

Gneiss à biotite

Faciès leptynitiques

Cipolins

ANTONGIL

Granites et migmatites
indifférenciés

Niveaux d'Anjahely

Granodiorites
de la Voloina

Lentilles
ultrabasiques

Schistosité

Axe anticlinal

50 Direction et plongement

Axe synclinal

PASSAGE DE LA SERIE DE LA
SAHANTAHA AUX MIGMATITES DE L'OUEST

Echelle : 0 10 kms

9

lite à disthène, et s'exerçant sur les quartzites impurs sera d'ailleurs toujours très difficile à caractériser et à distinguer d'une simple recristallisation métamorphique. Nous pensons qu'il peut exister, mais qu'il s'agit plutôt d'un phénomène local lié à des granites tardifs ou remobilisés recoupants, comme dans l'Andrarona, où on a pu le caractériser par le développement de cornéennes ou de schistes à andalousite.

H. de la ROCHE écrivait bien en 1950 (TBG.n°26 p.12) à propos du métamorphisme de contact de la Sahantaha : "En aucun de ces points je n'ai pu voir de façon satisfaisante le contact de la série de Sahantaha avec le granite d'Antongil, qu'elle surmonte. Des observations fragmentaires recueillies dans la vallée de l'Andranomena (15 km à l'Ouest d'Ambinanitely), il résulte qu'au contact du granite les micaschistes sont feldspathisés et perdent leur schistosité, donnant un granite surmicacé dans lequel se sont développés de gros cristaux de disthène. Au voisinage les micaschistes sont chargés d'aiguilles fines de disthène. Il est possible que le grenat et les rognons de fibrolite trouvés dans la même zone aient une origine analogue. Le granite d'Antongil serait donc intrusif dans la série de Sahantaha avec des phénomènes de contact réduits".

Mais B.FOISSY, qui a levé également cette région, ne semble pas faire état de l'existence de granites intrusifs dans les micaschistes de la vallée de l'Andranomena, qui sont d'autre part séparés de la masse granitique d'Antongil sur leur pourtour par le niveau continu des quartzites de base ; et l'attribution des concentrations de disthène ou de sillimanite dans les micaschistes à proximité des granites dans une région où ces minéraux sont des éléments normaux du métamorphisme régional paraît en définitive peu probable.

2- Région interne d'Antalaha. - Les caractères pétrographiques et structuraux de cette région ont été résumés on ne peut mieux par M.BERTUCAT dans sa communication à la Semaine Géologique 1965 (P.77 à 80). Je ne ferai que reprendre ici les principaux éléments de cette description.

A l'Ouest le synclinorium de la Befontsy (2)* est séparé du synclinorium de Sahantaha proprement dit par le massif volcanique d'Ankasimbelo, mais la continuité exacte est assurée à l'extrême Sud par le prolongement des quartzites de base communs aux deux unités. Ce synclinorium est constitué essentiellement sur sa bordure Ouest de gneiss à biotite, grenat et sillimanite (zone B₂₋₃) qui passent progressivement à l'Est à des faciès à deux micas et sillimanite.

L'anticlinorium migmatitique d'Antsahamena (3) limite à l'Est le synclinal de Befontsy. Il se décompose en plusieurs rides successives d'axe Nord-Nord Est de migmatites leucocrates souvent granitoïdes, déversées à l'Est, entre lesquelles sont parfois pincés des lambeaux de gneiss et de quartzites de la série de Sahantaha. "En deux points", écrit M.BERTUCAT "les migmatites apparaissent en position anormale sur les ectinites de la série de Sahantaha", mais les "considérations tectoniques et stratigraphiques nous amènent à voir ici un anticlinal déversé sur la série de Sahantaha". Ces migmatites ont été nettement séparées des faciès Antongil par M.BERTUCAT et nous pensons qu'elles constituent vraisemblablement la première réapparition orientale au Nord de la Sahantaha, de l'aire migmatitique de la falaise.

Dans cette optique, bien que l'hypothèse tectonique de M.BERTUCAT soit très probable, la position anormale locale de ces migmatites pourrait aussi s'expliquer comme l'amorce d'un passage latéral des gneiss aux migmatites vers l'Ouest identique à celui que nous essaierons de mettre en évidence dans les migmatites de la falaise. Au niveau des migmatites d'Antsahamena, l'adoption de l'une ou l'autre hypothèse ne

* - voir localisation planche 8.

revêt cependant aucune importance particulière pour l'interprétation régionale.

L'anticlinorium d'Antsahamena est bordé à l'Est par d'importants niveaux de quartzites (4), de gneiss et de micaschistes à graphite. Les quartzites sont souvent interstratifiés avec des leptynites en bancs métriques, qui deviennent prépondérantes au Sud (5) dans la région d'Andranobetsimilaoka et "passent à un magnifique conglomérat à galets décimétriques de granite et de quartz".

Au-delà de ces niveaux, les synclinaux de l'Ankaviahely et de la Verembina (6), d'axe Nord-Est, séparés par les granites de Saharandrano (7), rattachés à l'Antongil comme ceux de la Bezavona, amènent ensuite les micaschistes, d'abord à deux micas, sillimanite et disthène, puis à disthène staurotide, jusque dans la zone du recouvrement basaltique côtier, au Nord d'Antalaha. Au Sud, les niveaux quartzitiques de base tendent à disparaître et les micaschistes s'appuient directement le plus souvent sur le massif granitique d'Antongil. La séquence calcomagnésienne se réduit dans toute cette région à de minces bancs de gneiss à pyroxène calcique renfermant des lentilles de cipolins à minéraux.

Plus à l'Est, le synclinal de la Longozabe (8), pincé au Sud entre les granites du Bezavona au Nord et la masse principale de l'Antongil au Sud, est toujours constitué sur son flanc Nord-Ouest par des micaschistes à disthène et staurotide prédominants, auxquels font suite dans la zone centrale, apparemment en superposition normale, les schistes sériciteux caractéristiques de l'Andrarona, qui deviennent ensuite seuls représentés sur le flanc Sud-Est du synclinal, directement superposés aux granites d'Antongil, tandis que les micaschistes à staurotide

disthène sous-jacents "réapparaissent encore plus au Nord, au niveau d'Antalaha dans la zone d'ouverture maximale du synclinal, superposés directement à la masse granitique d'Antongil".

L'intérêt de cette étude précise de M.BERTUCAT est capital. Outre la découverte de galets de granites dans les niveaux de base métamorphisés de la Sahantaha, qui prouvent l'existence de granites antérieurs au dépôt de cette série, M.BERTUCAT montre l'impossibilité de séparer à ce niveau les bancs graphiteux antérieurement rapportés au Système du Graphite de ceux considérés jusqu'ici comme "Vohiboryens" de la Sahantaha proprement dite ; tandis qu'en apportant la preuve de la décroissance progressive d'Ouest en Est dans la même série du métamorphisme sur environ 50 km à vol d'oiseau du faciès B_{2-3} au faciès B_{2-1} , ainsi que de la continuité par la suite du passage aux schistes sériciteux de l'Andrarona par superposition normale probable, il apporte un faisceau d'arguments en faveur de l'hypothèse avancée ultérieurement de l'appartenance à un même ensemble stratigraphique indissociable des séries de la Sahantaha et de l'Andrarona.

3- Schistes et quartzites de l'Andrarona.- a- Localisation.- Outre la zone principale de l'Andrarona-Ambohitralanana (9), et le secteur du synclinal de la Longozabe (8), les schistes et quartzites de l'Andrarona forment trois lambeaux séparés à l'intérieur de la zone granitiques :

rivière Ankavia (10)

Nord de l'Onibe (11) : lambeau de l'Antsahalovana

Sud de la rivière Ratsianarana (12)

b- Pétrographie.- Dans la zone principale de l'Andrarona (9), on rencontre d'après M.BERTUCAT "des quartzites, des

arkoses, des conglomérats, et des schistes. Ces différentes roches affleurent généralement mal et de façon discontinue dans une zone assez plate. Il semble cependant que les conglomérats, grès arkosiques et quartzites que nous avons observés dans la rivière Andrarona et au Sud de la Marambo, se situent à la base d'une série principalement représentée par des schistes d'aspect très peu métamorphiques. Sur la piste côtière, nous avons trouvé un affleurement de schistes argileux à sérícite. Les plongements de ces formations sont parfois subhorizontaux, mais souvent subverticaux. Il semble bien qu'au Nord du massif d'Antsandrana, le contact avec le socle granitique se fasse par faille".

Dans le bassin de la Longozabe (8), toujours d'après M.BERTUCAT, "on trouve des sérícitoschistes, des schistes carburés et quelques quartzites" qui semblent, comme nous l'avons vu, se trouver en position synclinale sur les mica-schistes de faciès Sahantaha.

Le lambeau de l'Ankavia (10), découvert par M.BERTUCAT à l'intérieur de la zone granitique, correspond à d'importantes surfaces subtabulaires de quartzites (plongement général d'environ 20° vers le Nord-Est) qui se terminent au Sud par des falaises atteignant plusieurs centaines de mètres et à des schistes. A la base, on trouve localement des cornéennes dérivées d'arkoses, à stratification entrecroisée conservée.

Dans la terminaison Sud de la zone de l'Andrarona, au Nord-Est de la presqu'île Masoala, nous avons surtout trouvé des schistes séríciteux parfois subardoisiens, souvent très altérés, associés à des intercalations métriques de quartzites blancs, et à de minces niveaux arkosiques grisâtres à débris de plagioclases très altérés, grains de microcline roulés, ciment de fines paillettes de sérícite, et lits millimétriques schisteux noirâtres (carbonés) intercalaires.

Dans le lambeau de l'Antsahaloana du Nord-Ouest de l'Onive (11), les quartzites sont d'importance réduite, ne se manifestant que par des niveaux de sables blancs à mi-pente, mêlés d'argiles latéritiques et de plaquettes de schistes sériciteux altérés. Les schistes sériciteux altérés, et leurs latérites jaunâtres dérivées typiques, couronnent toutes les crêtes.

Le petit lambeau du Sud de la rivière Ratsianarana (12) est de contour hypothétique, affleurant dans une zone basse qui n'a été traversée que par un seul itinéraire et où l'on a trouvé surtout des débris de schistes latéritisés associés à des sables quartzeux sur les interfluves, et des sables à micro-galets de quartzites et arkoses à lits schisteux (du type de celle décrite précédemment) dans les ruisseaux.

c- Aperçu structural et rapports généraux avec la zone granitique de l'Antongil.- Dans le synclinal de la Longozabe, les schistes et quartzites de l'Andrarona paraissent reposer d'après M.BERTUCAT, en concordance sur les micaschistes. De même, dans la zone de l'Andrarona proprement dite, "la coupe de l'Ivory met en évidence une structure synclinale à peu près régulière dans les séricitoschistes". A l'extrême Sud de cette zone, les schistes et quartzites de la région d'Ambohitralanana se moulent sur la terminaison périanticlinale du vaste anticlinorium de granites leucocrates du Nord-Est de la presqu'île Masoala. Le contact précis avec les granites est cependant rarement visible, ou d'interprétation difficile. Ainsi dans l'Ivory, le contact entre les "séricitoschistes et des roches assez basiques (granodiorites) appartenant au vieux socle d'Antongil... est extrêmement diaclasé et il semble que les schistes reposent plus ou moins en discordance sur le socle". (M.BERTUCAT).

De même dans la terminaison périanticlinale d'Ambohitra-lanana, on trouve des quartzites et des schistes à pente Nord-Ouest faible (20 à 30°) dans le prolongement desquels se situent des granites très redressés (D.Nord 10°Est, P.70°Ouest). Le contact précis n'est pas visible et les caractères structuraux des deux ensembles sont perturbés au Sud par la mylonitisation liée à la grande faille de l'Ambato, marquée au Nord de l'Onive par un épais filon de quartz pyriteux et carié.

Dans le lambeau de l'Ankavia, les formations subtabulaires de quartzites reposent indubitablement en discordance sur les différents faciès très redressés (P.60 à 70°) de l'Antongil qu'ils recouvrent indifféremment (voir schéma détaillé planche n°8).

Le lambeau du Nord Onive (Antsahalovana), bien que ses contours Ouest soient hypothétiques (photogéologie) paraît bien lui aussi correspondre à un placage subhorizontal sur le socle.

L'itinéraire par la piste d'Antanandavahely à Marambo (détail planche 8) qui traverse la partie Est de ce lambeau fournit en effet une coupe qui semble démonstrative. Après les granites très redressés (D.Nord 10°Est, P.70°Est) à amphibole et biotite qui forment le bed-rock de l'Antsakalova depuis Antanandavahely, on trouve les premières formations de type Andrarona à environ 500 m en aval du confluent de l'Antsahalovahely, sous forme d'éboulis de quartzites parfois à séricite. Le contact avec les granites n'est pas visible. Au delà du confluent, la piste escalade la crête au Nord-Est et on se trouve immédiatement sur une zone latéritique à débris de schistes altérés en plaquettes. Un petit thalweg à l'Est, affluent de l'Antsahalovahely, permet de voir ces schistes altérés subhorizontaux, apparemment en place.

Après un peu plus d'un kilomètre sur cette crête schisteuse on retrouve des éluvions de quartzites et de sables blancs, avant d'arriver sur un méandre important de l'Antsakalova que la piste suit sur environ 500 m et où on retrouve, en deux points, des granites de type Antongil très diaclasés (foliation apparente Nord 10°Est, P.70°Est). Au delà, la piste vers le Nord suit à nouveau sur 1,5 km une crête schisteuse avec localement des sables blancs éluviaux, avant de retomber à la source de l'Antsahalovahely sur les granites altérés. Les schistes et les sables associés réapparaissent encore sur la dernière crête au Nord sur 2 à 300 m, et on retrouve définitivement les granites à épidote dans le bassin de la Marambo.

En définitive, bien que le contact précis n'ait pas été observé, le fait qu'une dénivelée moyenne de 150 m suffise à faire réapparaître, dans un contexte régional de granites très redressés, trois fois sur 5 km les granites au lit des principaux thalwegs, joint à une observation de schistes subhorizontaux en place, ne permet pas semble-t-il d'envisager pour ce lambeau du Nord de l'Onive, d'autre hypothèse que celle d'un placage subhorizontal sur les granites.

En conclusion, l'ensemble des formations de faciès Andrarona donne bien l'impression, depuis les schistes sériciteux du synclinal de la Longozabe, en superposition normale apparente sur les micaschistes à biotite, par les formations plus ou moins plissées de l'Andrarona, à contact subconcordant ou discordant, sur leurs bordures, avec les granites, jusqu'aux placages subhorizontaux inclus dans la zone granitique, d'une série continue devenant de plus en plus discordante et de moins en moins métamorphique vers le Sud-Est et l'Est, et qui compléterait harmonieusement l'évolution progressive décrite dans la zone interne d'Antalaha depuis les faciès à grenat, sillimanite, du synclinal de la Befontsy à l'Ouest, jusqu'aux micaschistes à staurotide du synclinal de la Longozabe.

On peut objecter cependant que si le passage en continuité des micaschistes aux schistes sériciteux est probable dans la Longozabe, le passage en continuité aux lambeaux sur les granites n'est pas assuré, et que l'hypothèse de l'appartenance de ces lambeaux et peut être d'une partie des formations de l'Andrarona à une série très postérieure à celle du reste de la Sahantaha pourrait toujours être maintenue.

Cette série devrait néanmoins être obligatoirement antérieure à la dernière phase du métamorphisme régional et de la

granitisation, puisque, comme nous allons le voir ; il existe localement, un métamorphisme de contact certain, de la part de granites malheureusement mal définis qui paraît s'exercer aussi bien aux dépens des formations de la zone principale de l'Andrarona que de celles des lambeaux.

d- Existence locale d'un métamorphisme de contact.- A. LACROIX, citant les travaux de M.ROUAIS parle dès 1923 de filons quartzeux aurifères qui recoupent les schistes de l'Andrarona et, en faisant état d'observations antérieures du R.P.BARON, signale des lambeaux de schistes de faciès Andrarona qui, dans la presqu'île Masoala, "se chargent de chiascolite au contact des granites". A.LENOBLE en 1935, affirme (sur la base de ses observations mais sans fournir de localisation plus précisée) que les granites d'Antongil (dans lesquels il distingue "un granite normal à biotite et amphibole et un granite leucocrate à tendance granulitique à rare muscovite, souvent traversé de filons aplitiques et pegmatitiques") recoupent les formations de l'Andrarona, et il signale avoir recueilli des plaquettes altérées de schistes à andalousite.

M.BERTUCAT ne parle pas dans sa note à la Semaine Géologique 1965 déjà citée d'un métamorphisme de contact dans l'Andrarona proprement dit, où il fait seulement état d'un contact probable par faille observé. Nous n'avons de même reconnu aucun indice de métamorphisme de contact au Sud de l'Andrarona, ni dans les lambeaux séparés sur les granites (où nous n'avons pratiquement rien vu en place d'ailleurs). Par contre M.BERTUCAT apporte une précision intéressante sur le lambeau de l'Ankavia (10) : "Au pied des falaises de quartzites", écrit-il l'Ankavia coule sur une roche noirâtre, sans orientation à l'échelle de l'échantillon. En bed-rock on voit une stratification entrecroisée très nette. Cette formation est traversée par un granite à amphibole.

Il s'agit donc d'une cornéenne dans laquelle le métamorphisme de contact ne laisse subsister que le caractère macroscopique (stratification entrecroisée). En lame mince, on distingue du quartz dont certaines plages sont rondes et d'autres subautomorphes, de la biotite se présentant en plages relativement grandes et fraîches, dans un fond vermiculé avec de la séricite où l'on devine des plagioclases complètement transformés. Primitivement cette roche pouvait être un grès arkosique à ciment argileux"... et en conclusion". Le métamorphisme de contact de l'Ankavia indique la présence d'un granite intrusif probablement tardimigmatitique. Malheureusement l'aspect de celui-ci est trop voisin de celui des plagioclases pour qu'on puisse les distinguer sur le terrain". "Immédiatement au Nord des quartzites précédents", écrit encore M.BERTUCAT, "on trouve dans la basse Sahaovy des schistes et des grès chloriteux pincés avec des quartzites dans des granites et on n'observe pas de cornéennes".

Cette observation d'un métamorphisme de contact localisé prouve néanmoins, de façon péremptoire, l'existence de granites recoupants les formations les plus "jeunes" d'aspect (c'est-à-dire les moins métamorphiques et les plus "discordantes") de l'Andrarona, et par voie de conséquence, dans l'hypothèse de la série continue Sahantaha-Andrarona, de granites postérieurs aux formations les plus "récentes" de la série.

Par analogie, il s'avère probable que les faciès de schistes à andalousite mal localisés de l'Andrarona aberrants dans un contexte général de métamorphisme de type Barrow à disthène et staurotide, se rapportent aussi à des granites intrusifs postérieurs qui n'ont pas encore été identifiés.

-Possibilité d'existence d'autres lambeaux schisteux sur la presqu'île Masoala.- Dans le tome I de la minéralogie de Madagascar A.LACROIX écrivait (page 21) "Dans la presqu'île que termine le cap Masoala, située plus au Sud, il existe des schistes carburés analogues (à la série de l'Andrarona), "se chargeant de chiastolite au contact du granite" ; et plus loin (page 29) : "BARON a signalé à Mahalevona (fond de la baie d'Antongil) et à Andranovelona, près de la côte sur le Sahamanga, c'est-à-dire à la base de la presqu'île Masoala des schistes carburés renfermant des cristaux de chiastolite au contact du granite ; il existerait aussi des phyllades à Manakambahiny. Tous ces gisements forment probablement une traînée continue qui n'a pu être suivie jusqu'à présent".

Et dans l'esquisse générale de Madagascar au 1/3.500.000 qui accompagne le tome III de sa Minéralogie, A.LACROIX matérialise cette hypothèse en affectant aux micaschistes et schistes micaces de la série schisto-quartzocalcaire, une aire d'extension couvrant la presque totalité de la moitié occidentale de la presqu'île.

Or en 1935, A.LENOBLE, qui a refait les itinéraires de BARON, plus une coupe Est-Ouest au niveau de la partie médiane, ne signale sur toute la presqu'île Masoala aucun affleurement de schistes sauf ceux de la terminaison Sud de la zone de l'Andrarona-Ambohitralanana, à l'extrême Nord-Est.

En 1963, nous n'avons retrouvé également aucun affleurement de schistes sur toute la partie Sud et occidentale. Nous n'avons pu notamment localiser le village d'Andranovelona, et la rivière Sahamanga, à la pointe Sud de la presqu'île. Mais cela n'a rien d'étonnant, les villages et à fortiori les pistes se déplacent ou disparaissent en effet assez facilement en pays

forestier où l'on pratique principalement la culture itinérante sur brûlis. Néanmoins au Nord, Mahalevona et Manakambahiny sont de gros villages qui n'ont apparemment pas bougé depuis l'époque de BARON. Lors de nos premiers itinéraires sur la presqu'île en 1963, nous avons ainsi cru retrouver, à la sortie Nord de Manakambahiny, les "schistes" de BARON sous la forme de 2 ou 3 gros galets de quartzite feldspathique à lits schisteux, à grain fin (type qui s'est révélé plus tard correspondre aux "arkoses" de l'Andrarona).

En fait, il s'agissait de pierres à aiguiser que j'ai rencontré par la suite dans les ruisseaux à proximité de tous les lieux habités de ce secteur ; et renseignements pris, tous les galets provenaient d'une même "exploitation" située dans un ruisseau près du village Antakotako, sur la feuille Antalaha, à 12 km de la limite Nord de nos feuilles, ruisseau qui s'est vérifié depuis, drainer effectivement les quartzites du lambeau de l'Ankavia découvert par M.BERTUCAT.

Sur le même itinéraire de Mahalevona à Manakambahiny (autre lieu cité par LACROIX) j'ai vu encore à diverses reprises retrouver les schistes et phyllades, sous la forme de plaquettes "schisteuses" sombres chloriteuses ou au contraire claires, sériciteuses, et très quartzieuses. Mais à chaque fois je me suis aperçu, qu'il s'agissait en fait de mylonites soit dérivées de dolérites schistifiées (faciès très chloriteux), soit de granites (faciès sériciteux) et j'ai eu l'occasion de faire de nombreuses observations identiques sur toute la presqu'île Masoala.

Je pense donc, bien que la possibilité d'existence de lambeaux de schistes et quartzites sur Masoala (tels que ceux que nous avons trouvés avec M.BERTUCAT au Nord et au Nord-Est)

c'est probable que l'impression d'abondance de ces faciès schisteux sur la partie occidentale de la presqu'île, recueillie par les premiers explorateurs, peut venir d'une confusion possible avec ces mylonites schisteuses. Un peu de la même manière qu'ont parfois été confondues, à l'Ouest de la baie d'Antongil, dans un même groupe génétique "de schistes verts et chloriteux", souvent à signification zonéographique, des formations aussi différentes que les soapstones effectivement associés aux pyroxénolites magnésiennes, les bordures mylonitiques de filons basiques postérieurs, et les masses de chlorite ferrique (ripidolite) associées à certains filons de quartz. Ceci est peu important mais il peut-être utile de signaler cette possibilité un particulier de convergences de faciès dans ces régions forestières et latéritisées où les affleurements en place sont rares.

4- Formations ectinitiques du synclinal du Mahakiry et passage vers l'Ouest aux migmatites de la falaise.-

a- Localisation.- Nous revenons maintenant à l'extrême Ouest, sur le 1/3 occidental de la feuille Ambodihazomamy V 38 (planche 9) pour retrouver d'abord, au niveau de la partie médiane de la feuille, des formations ectinitiques homologues exactes sur le flanc Est du synclinal du Mahakiry de celles du synclinorium de Sahantaha proprement dit, et qui se trouvent ici immédiatement au contact, à l'Ouest, d'un vaste ensemble gneissico-migmatitique subméridien indiscernable des formations monotones de migmatites rubanées de la falaise.

b- Ectinites du flanc Est du synclinal du Mahakiry.- Les quartzites du signal du Mahakiry (altitude 1200m) surplombent de 300 m à l'Est les migmatites et granites de l'Antongil, dont les affleurements constituent les restes profondément disséqués d'un plateau à faible pente Est, établi ici aux environs de 900m.

Ces quartzites sont les équivalents évidents, au delà d'un anticlinorium migmatitique d'axe Nord-Ouest (cf planche 9) des quartzites de base du synclinorium de la Sahantaha (crêtes du Tsimahitondrano et du Vohibola).

Au niveau du signal Mahakiry, les quartzites ont un pendage Ouest très faible (10° en moyenne). Leur puissance minimale est donc ici de l'ordre de 250 m. Ce sont des quartzites blancs, à texture saccharoïde, non minéralisés en général, qui affleurent vers l'Ouest sur un peu moins de 2 km. Au delà on trouve immédiatement d'importantes formations de gneiss à biotite, souvent très quartzeux, avec quelques intercalations quartzitiques vers la base et amphiboliques vers le sommet. Les intercalations hyperalumineuses sont inconnues. Le pendage dans les gneiss s'accroît progressivement vers l'Ouest, avec une valeur moyenne de 30° au niveau du centre de la zone d'affleurement (largeur maximale 2 km). Au delà, le coeur du synclinal correspond à une zone au relief peu accentué : buttes latéritiques cernées de vallées méandriformes, encombrées d'alluvions sableuses, d'où émergent surtout des crêtes amphiboliques et quelques-unes d'aspect migmatitique à biotite. Le fond géologique paraît néanmoins constitué (d'après les bed-rocks observés et par analogie, surtout, avec les 3 coupes fournies dans le prolongement Nord par les vallées de la Magninema, de l'Amperamilengo et du Vohimaro, par des gneiss plagioclasiques à biotite et hornblende, avec des intercalations fréquentes, d'amphibolites à hornblende, et quelques niveaux, plus rares, de pyroxénites à diopside et scapolite. Les amphibolites contiennent aussi souvent une certaine proportion de diopside, ou de quartz.

On retrouve ainsi dans le synclinal du Mahakiry, une succession identique à celle du synclinorium de Sahantaha avec une séquence quartzitique de base, une séquence moyenne silico-

alumineuse et une séquence sommitale plus calcique. Cependant la succession, d'extension à l'affleurement plus réduite, apparaît aussi moins bien différenciée : absence de termes hyperalumineux dans les gneiss moyens, absence également des cipolins, ce qui semble bien traduire une homogénéisation progressive vers l'Ouest, de la série, qui abouti ainsi, dans la zone centrale, à un fond de gneiss plagioclasiques banaux à biotite amphibole et biotite, qui pourrait ensuite venir se confondre progressivement avec les formations gneissico-migmatitiques, indifférenciables des migmatites de la falaise, qui occupent toute la bordure Est de la feuille.

A la limite Sud de la feuille, le prolongement du banc de quartzite du Mahakiry, sous la forme d'un banc d'une centaine de mètres de puissance, surmonté à l'Ouest d'un niveau de gneiss à biotite affleurant sur un peu plus de 500 m se retrouve un peu à l'Ouest du méridien 710 (planche 9). Au delà, et jusqu'à la limite Ouest de la feuille, commence le complexe gneissico-migmatitique, à intercalations diverses de quartzites, gneiss à sillimanite et grenat, leptynites, amphibolites, pyroxénites.

c- Formations gneissico-migmatitiques de la bordure Ouest de la feuille Ambodihazomamy_V_38.- Le fond géologique de toute cette région peut être défini comme un ensemble de faciès "migmatitiques" à caractère rubané dominant, avec des intercalations ectinitiques diverses en général grenatifères. Ce rubanement caractéristique des faciès migmatitiques peut être provoqué par des alternances répétées et régulières de feuillets de gneiss mésocrates (à biotite et biotite amphibole) et de bandes leuocrates à composition "aplitique" ou "leptynitique". Dans les cas les plus typiques, l'épaisseur centimétrique des feuillets inférieure à 10 cm et leur régularité, rappellent, du simple point de

vue descriptif, les faciès épibolitiques classiques de la terminologie de JUNG et ROQUES. Mais d'un autre côté, le passage possible sur une même verticale à des faciès rubanés dans lesquels les intercalations leucocrates, toujours aussi régulières, atteignent des épaisseurs métriques ainsi que l'importance régionale de ces faciès, font penser que l'on pourrait tout aussi bien se trouver en présence d'un rubanement général résultant d'une simple recristallisation métamorphique à partir de bandes mésocrates et leucocrates originellement différenciées. Le second faciès rubané, le plus commun, correspond à des roches dans lesquelles la phase riche en éléments ferromagnésiens et la phase leucocrate sont moins nettement individualisées. On a plutôt une concentration préférentielle des ferromagnésiens selon des bandes d'épaisseur millimétrique à centimétrique, en plus des mêmes éléments plus rares disséminés dans le fond quartzo-feldspathique moyennement grenu. Les bandes plus mésocrates, bien que donnant une foliation à l'échelle métrique ou décamétrique régulière, sont discontinues à une échelle plus vaste, et les contacts avec les parties leucocrates sont plus ou moins flous. Ce sont ces faciès communs au niveau de toute la falaise qui ont été généralement définis antérieurement notamment par J. AUROUZE et H. de la ROCHE sous le terme d'embréchites rubanées. Ce terme rend effectivement très bien compte, du point de vue descriptif, de l'impression, à la fois d'un ensemble homogène à l'échelle de l'affleurement, et du rubanement centimétrique, souvent accentué par la latéritisation qui s'y superpose ; rubanement qui permet notamment de différencier visuellement et immédiatement ces faciès des embréchites ocellées mésocrates qui à l'Est caractérisaient la série du Mananara.

Quelques niveaux d'embréchites ocellées porphyroblastiques existent également ici, mais ils sont le plus souvent leucocrates, et d'aspect "granitoïde".

Les intercalations ectinitiques résiduelles comportent surtout des gneiss à biotite et à biotite amphibole, les uns et les autres fréquemment grenatifères, des niveaux de quartzites blancs, parfois à sillimanite, des gneiss et des micaschistes à biotite, sillimanite et grenat, de très nombreuses amphibolites et amphibolopyroxénites (généralement à diopside ferrifère) presque toujours également grenatifères, ainsi que quelques intercalations réduites de leptynites à grenat, apparemment associées sur le terrain à des pyroxénites à diopside et à des gneiss à pyroxène et wernérite. Les affleurements d'amphibolites et amphibolopyroxénites, toujours de peu d'extension, sont disséminés à travers toutes les formations sans répartition préférentielle nette. Les quartzites forment au contraire plusieurs alignements discontinus qui se suivent du Nord au Sud de la feuille et les principales zones à niveaux gneissiques différenciés se concentrent au Nord de la Vohimaro.

d- Analyse structurale. - La structure de ce secteur s'organise autour de 2 unités principales : le synclinal de Mahakiry à l'Est et un anticlinal migmatitique à l'Ouest qui prend naissance sur la bordure de la feuille au Sud du Vohimaro.

Le deuxième fait marquant est la régularisation rapide des structures au delà de la zone médiane du synclinal du Mahakiry, qui deviennent subméridiennes et continues sur de longues distances avec des pendages de plus en plus élevés à l'Ouest, prélude au style isoclinal serré à déversement Est constant qui domine plus loin dans les migmatites de la falaise et dans l'Androna.

En faisant abstraction de la lithologie, on voit que le synclinal du Mahakiry paraît correspondre à une vaste structure synclinale dont le flanc Ouest, marqué dans les vallées de la

Magninema et de l'Amparamilengo par des pendages constants vers l'Est qui se relèvent progressivement vers l'Ouest de 20 à 60°, vient s'adosser directement à la ride migmatitique anticlinale de la bordure Ouest. Et dans cette optique, les alignements discontinus de quartzites qui marquent le flanc Est de cette ride paraissent fort bien pouvoir être synchrones des formations quartzitiques de base du synclinal du Mahakiry.

Au Nord, dans la coupe de la vallée de la Vohimaro, le prolongement exact de la structure synclinale du Mahakiry correspond ensuite à une zone complexe très redressée où à première vue, migmatites rubanées et niveaux ectinitiques variés s'imbriquent sans ordre apparent. Cependant, la coupe précise de la vallée permet néanmoins de distinguer d'Est en Ouest, au delà du prolongement certain du banc des quartzites de base du Mahakiry (suivi en continuité, mais réduit ici à une puissance de l'ordre de 10 m ; et subvertical avec même un pendage inverse local de 80° vers l'Est) :

- une zone synclinale (2km à l'affleurement) prolongement exact du flanc Est de la partie médiane du synclinal de Mahakiry. Les couches : gneiss à amphibole, gneiss à biotite, niveaux migmatitiques rubanés intercalaires sont très redressés avec parfois des pendages inverses à l'Est.

- un petit repli anticlinal (1 km à l'affleurement) de migmatites rubanées, très redressé : (flanc Ouest subvertical), flanc Est P.70°Est).

- une zone synclinale (2,5 km à l'affleurement) dissymétrique (flanc Est subvertical, flanc Ouest normal P.60° Nord-Est) qui prolonge apparemment le flanc Ouest migmatitique du synclinal du Mahakiry, s'ouvre ensuite progressivement au Nord du

Vohimaro, et se moule à l'Ouest sur la fermeture périanticlinale normale de l'anticlinal migmatitique majeur de la bordure Ouest. Dans cette zone synclinale se trouvent concentrés la plupart des intercalations ectinitiques et en particulier les niveaux à grenat et sillimanite, les leptynites à grenat et les diverses pyroxénites. L'extension au Nord de ces faciès est inconnue, les observations précises étant rendues difficile par les placages tabulaires de plus en plus importants vers le Nord-Ouest d'alluvions lacustres, et le recouvrement éluvial et alluvial dérivé. Néanmoins, à l'extrême Nord-Est de la zone, un itinéraire en contrebas de la boutonnière anticlinale de l'Anjia-be-Vohibola nous a permis de retrouver successivement d'Est en Ouest :

- une ride synclinale normale de gneiss et migmatites rubanées (de 2 km de largeur, prolongement apparent de la première zone synclinale de la Vohimaro au Sud),

- une petite ride anticlinale (1,5 km), bordée à l'Est d'un banc de quartzite discontinu, et qui paraît elle aussi prolonger la ride migmatitique médiane de la Vohimaro,

- avant de retomber, au niveau des premiers placages d'alluvions lacustres sur une observation de banc migmatitique à pendage Ouest certain.

Ces dernières observations semblent capitales car elles impliquent, pour le moins, qu'une partie des formations gneissico-migmatitiques qui forment la couverture du dôme anticlinal du Vohibola à l'Ouest du méridien 710 ne peut être que synchrone des formations ectinitiques du synclinal de Sahantaha proprement dit, à l'Est.

e- Conclusion. - Pour tenir compte de tout ce qui précède, il ne semble exister d'autre solution que l'hypothèse simple,

d'un passage latéral en continuité comme dans la région d'Antalaha, de formations primitivement attribuables, sur la base de leurs caractères lithologiques, à des niveaux stratigraphiques différents : système terminal du Vohibory et système du Graphite. Mais ici, au lieu de se traduire uniquement par une différenciation zonéographique progressive au niveau de formations ectinitiques originellement comparables, ce passage continu fait passer d'un ensemble ectinitique localisé et bien différencié à un vaste ensemble gneissico-migmatitique monotone, de style tectonique très différent.

Nous reviendrons dans la partie interprétative de cet exposé, à l'occasion de l'essai de reconstitution pétrogénétique régional, sur les caractères de cette variation latérale de faciès qui paraît devoir être liée autant au métamorphisme et à la tectonique (ces deux facteurs agissant conjointement avec la superposition pratique de la limite de la zone à grenat sillimanite au début de la zone de plissement isoclinal à déversement Est commun), qu'à la géochimie des formations originelles : passage brutal des formations "épicontinentales" bien différenciées de l'Est, à des formations plus monotones sans doute plus profondes à l'Ouest, avec peut être des intercalations volcaniques acides et basiques importantes (interprétation possible des alternances répétées et caractéristiques des faciès de "migmatites rubanées" du premier type décrit ci-dessus en particulier).

f- Essai de généralisation aux cartes adjacentes de l'Ouest et du Nord. - Sur la planche 10 nous avons juxtaposé l'état d'avancement de la carte d'après les levés et interprétations les plus récents du BRGM au Nord (1963) et du Service Géologique à l'Ouest (1964) avant que nous ayons effectué en

1966 le lever de la feuille Ambodihazomamy ; et à la même échelle l'interprétation régionale que nous proposons actuellement pour ce secteur.

A l'Ouest E.LIANDRAT distinguait en 1964, en deçà de la bande gneissico-migmatitique à graphite de l'Andranokely, deux niveaux successifs dans les migmatites de la falaise : les migmatites des tampoketsa à l'Est, à faciès embréchitique dominant avec des intercalations résiduelles d'ectinites diverses (quartzites, gneiss, amphibolopyroxénites) et les migmatites de la Mangarahara à l'Ouest, à faciès épibolitique dominant, c'est-à-dire rubané. Bien que E.LIANDRAT ait adopté ici des distinctions dans les migmatites que nous avons définies à la même époque immédiatement au Sud, nous ne les conservons plus dans notre interprétation actuelle car nous nous sommes aperçus depuis que cette distinction résultait probablement d'une erreur d'appréciation. Les épibolites de la Mangarahara avaient été en effet définies dans le couloir d'érosion active de la rivière, où abondent les affleurements ; tandis que la zone des embréchites des tampoketsa, résultait surtout de l'observation de buttes résiduelles émergeant, avec les alignements de quartzites accolés d'ectinites diverses, du plateau latéritique. Et nous nous sommes rendus compte depuis, par l'examen systématique des arrachements latéritiques notamment que le fond géologique contenait sur les tampoketsa une forte proportion de faciès rubanés, et ne devait guère être très différent de celui de la zone de la zone de la Mangarahara à l'Ouest, comme de celui de la zone gneissico-migmatitique de la bordure de la feuille Ambodihazomamy. Nous nous sommes donc contentés sur la carte synthétique au 1/500.000^e de réunir sous le même figuré tous ces faciès, et de différencier au contraire les zones à dominance ectinitique, dont la localisation au niveau des principales aires synclinales paraît évidente.

Au Nord, les contacts entre la carte LIANDRAT et la synthèse BRGM de M. DONNOT et B.FOISSY paraissent à première vue assez discordants. En fait, ceci tient surtout à l'importance donnée par M.DONNOT à la limite, aux alluvions lacustres qu'il a découvertes et qui forment effectivement plus au Nord un recouvrement continu. L'extension exacte de ces placages sur le coin Nord-Est de la feuille Ambodihazomamy (planche 9) s'accorde au contraire avec les vues de E.LIANDRAT plus à l'Ouest.

Pour le reste, les différences tiennent aux principes différents adoptés dans les coupures (la carte de M.DONNOT est essentiellement pétrographique) et à la part d'appréciation personnelle qui intervient dans la différenciation dans cette région de plateaux latéritiques entre des zones de migmatites indifférenciées et gneiss migmatitiques d'une part, et des zones purement ectinitiques d'autre part.

Nous nous accordons avec M.DONNOT pour réunir dans un même ensemble les formations situées de part et d'autre, au Nord, des quartzites de l'Anjiabe bien que l'interprétation structurale diffère : en effet M.DONNOT qui n'a pas pu observer au Nord, la fermeture anticlinale du Vohibola qui impose l'existence d'un synchronisme au moins partiel entre les formations du synclitorium de Sahantaha et les formations gneissiques de l'Ouest, pense que les formations du synclinal de Sahantaha sont terminales et se superposent dans leur ensemble aux gneiss de l'Ouest.

Dans les gneiss de l'Ouest, la synthèse commune M.DONNOT, B.FOISSY ne différencie pas les faciès graphiteux, mais dans la légende de la carte intitulée : "Géologie des Tampoketsa d'Antsakabary" accompagnant sa communication personnelle sur "Les complexes intrusifs alcalins d'Ampasindava. Volcanisme et cristallin de l'Ankaizina" (CRSG 1963 planche 25). M.DONNOT réunit tous

ces faciès gneissiques sous le nom de gneiss à biotite, sillimanite, grenat et graphite.

L'attribution des migmatites rubanées (faciès épibolite dominant) de la région d'Antsakabary (coins Nord-Ouest des schémas planche 10), paraît elle aussi importante pour l'interprétation régionale.

Ces migmatites renferment de nombreuses intercalations de granites stratoïdes et de "charnockites basiques" dérivées en fait des formations gabbroïques originelles comme le prouve M.DONNOT qui écrit (p.82 CRSG. 1963) : "A Antsakabary, des enclaves gabbrodoléritiques passent à des charnockites gabbroïques à dioritiques. L'ensemble est inclus dans des granites orientés monzonitiques à texture orientée localement porphyroïde".

D'après les mesures de pendages indiquées par M.DONNOT et reportées sur la planche 10), la structure de cet ensemble paraît correspondre à une unité synclinoriale dissymétrique : flanc Ouest subvertical, flanc Est à pendage Ouest plus faible (ce qui s'accorde avec le style isoclinal à déversement Est commun à toute la région). Cette unité semblerait ainsi pouvoir succéder normalement aux gneiss graphiteux de l'Ouest.

Cependant M.DONNOT interprète cette structure différemment comme un accident secondaire dans un vaste anticlinorium de granites et de migmatites, déversé, au Nord-Est et à l'Est d'Antsakabary sur les gneiss à graphite de l'Est. Cette conception s'appuie surtout sur la constatation qu'au Nord-Ouest, en direction du Sambirano, les gneiss du fossé du Sambirano et de l'Ankaizina de direction générale Nord-Ouest, qui paraissent constituer le prolongement des gneiss graphiteux précédents, succèdent en position supérieure apparemment normale (pendages

Nord-Est général) au prolongement de la masse granito-migmatitique de l'Androna du Sud-Ouest.

Cette conception permet en plus à M.DONNOT de donner une interprétation classique de la région dans laquelle granitisation, métamorphisme et stratigraphie s'accordent en différenciant successivement :

- les granites et migmatites de l'Androna à l'Ouest en position fondamentale ou stratoïde,

- les gneiss graphiteux médians

- et les micaschistes du synclinorium de Sahantaha à l'Est en position supérieure.

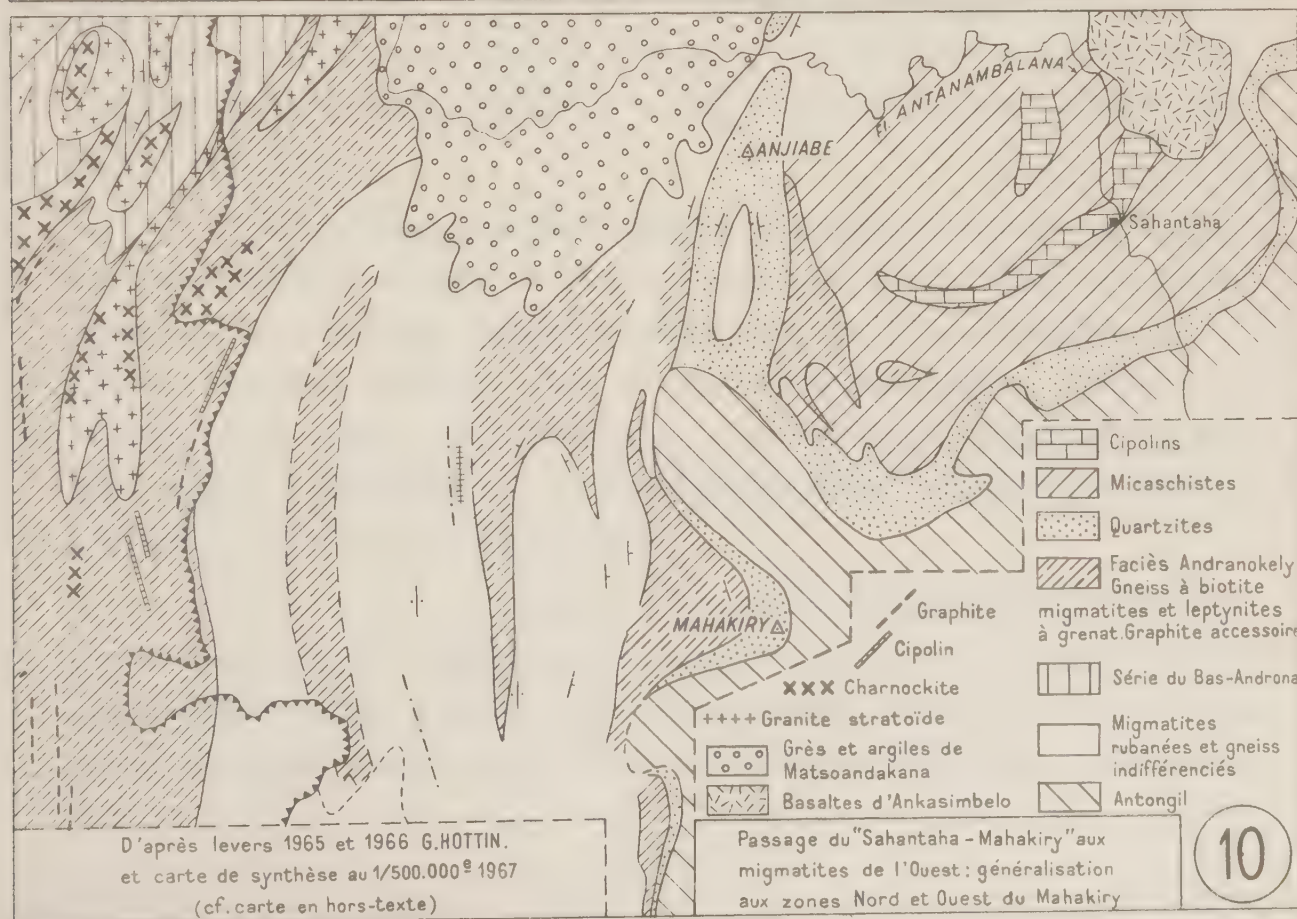
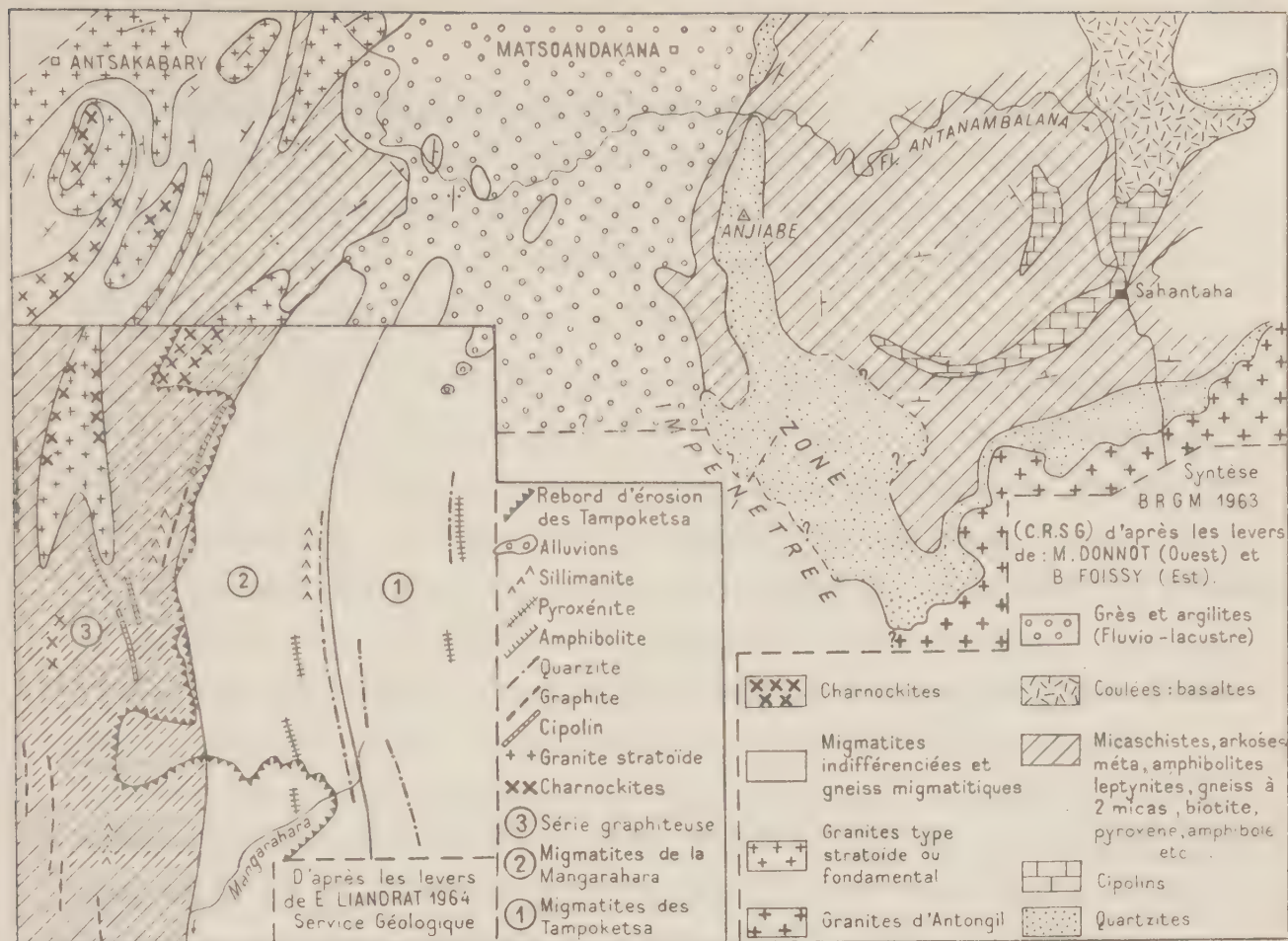
Or en 1964, nous avons mis en évidence dans la région de Mandritsara-Befandriana au Sud de la zone d'Antsakabary, et d'accord avec E.LIANDRAT et C.ALSAC, une série d' "épibolites" (riches en résidus pyroxéno-amphiboliques) qui passent à des faciès d'agmatites communs dans la zone granitisée de l'Androna, et qui se superpose nettement aux formations graphiteuses retrouvées de part et d'autre de la zone granitique principale (voir l'esquisse structurale et la carte hors texte). La superposition est nette à l'extrême Sud (synclinal dissymétrique de Mandritsara) et à l'Ouest (sillon synclinal continu sur 100 km) de migmatites "épibolitiques" enserré entre deux bandes graphiteuses), et en outre la masse granito-migmatitique centrale abonde en structures synclinales normales comme celle d'Ankiabe-Salohy par exemple.

Les granites stratoïdes et les charnockites basiques, identiques à celles de l'unité d'Antsakabary, abondent au niveau de ces structures et E.LIANDRAT situe enfin cette unité d'Antsakabary dans le prolongement d'une structure synclinale qu'il considère, sur sa carte, normalement superposée aux formations graphiteuses de l'Est.

Nous avons donc choisi sur le schéma présenté planche 11 et sur la carte structurale hors-texte, d'interpréter l'unité d'Antsakabary, conformément à l'hypothèse la plus simple, et par continuité avec ce qui a été vu au Sud et à l'Ouest, comme une unité synclinale normalement superposée aux gneiss à graphite de l'Est, et attribuable de ce fait à la série terminale du Bas Androna.

Il semble qu'en définitive, et au moins jusqu'au niveau d'Antsakabary, la granitisation de l'Androna, liée à l'augmentation progressive vers l'Ouest du métamorphisme régionale qui atteint localement le faciès granulite à hornblende, doit être franchement dissociée de la stratigraphie et de la structure d'ensemble de la région, axées sur les môles anticlinoriaux majeurs de l'Antongil et des migmatites de la falaise, dont l'extension ne coïncide pas de toute évidence avec la succession zonéographique.

Ceci ne préjuge pas de la possibilité d'une remontée progressive du socle à l'affleurement au Nord-Ouest de la région d'Antsakabary, en direction du Sambirano, qui pourrait cantonner plus au Nord la granitisation de l'Androna dans des niveaux inférieurs (des lambeaux de gneiss à graphite sont signalés dans les granites au Nord) et s'accorder ainsi avec la superposition normale apparente, dans ce secteur, des gneiss du fossé du Sambirano et de l'Ankaizina aux granites ; à condition cependant que la continuité stratigraphique des gneiss du Sambirano-Ankaizina aux gneiss graphiteux de l'Est puisse être réellement assurée par delà les recouvrements latéritique, alluvial et volcanique importants des hauts plateaux de l'Ankaizina.



III- SERIE D'ANTENINA.- A- Localisation.- La série d'Antenina correspond à un ensemble gneissique qui limite à l'Ouest le groupe de l'Antongil, dans les zones internes de Mananara et de Soanierana-Ivongo ; et reconnu en continuité, sur environ 150 km, entre les parallèles 1130 et 980.

Sa limite avec l'Antongil, entre Mananara et Soanierana, se situe entre les méridiens 700 et 720 soit à peu près dans le prolongement des formations gneisso-migmatitiques du synclinal du Mahakiry, superposées à l'Antongil. Cependant, la continuité exacte entre les deux ensembles est mal assurée, au niveau de la zone interne de Rantabe, à cause du recouvrement latéritique important du plateau d'Androndrona à l'Ouest et de l'imprécision des levés réalisés jusqu'à présent dans la zone interne de Rantabe (partie Ouest de la feuille Beanana), où M. RANTOANINA ne disposait encore, en 1959, que du vieux fond topographique au 1/200.000^e pratiquement vierge dans cette zone, en dehors des grandes vallées habitées au tracé incertain (avec des erreurs de l'ordre de 3 à 5 km). La couverture par photos aériennes dans cette région n'a été réalisée que plusieurs années plus tard.

A l'extrême Sud, les gneiss d'Antenina se moulent sur le flanc Nord-Ouest de la zone d'ennoyage de la série du Mananara, et on retrouve immédiatement, sur le flanc Sud-Est de cette structure majeure, les gneiss et micaschistes caractéristiques de la série de Vavatenina. Les modalités exactes du passage entre l'Antenina et le Vavatenina seront examinées lors de l'étude de cette dernière série.

A l'Ouest, les gneiss d'Antenina disparaissent (comme les formations du synclinal du Mahakiry) dans les migmatites de la falaise, mais, à part des coupes incomplètes dans les principales vallées, toute cette zone de forêt pratiquement déserte,

qui se superpose au recouvrement latéritique important des plateaux d'Antsiatsiaka, Antanimenabaka, et de Marovoalava, reste encore très mal connue.

B- Historique.- La totalité de la zone Mananara-Fénérive, jusqu'au niveau de l'Androna et de l'Alaotra à l'Ouest, a été levée pour la première fois en 1950 et 1951 par J.AUROUZE (carte de reconnaissance au 1/200.000°).

Au delà du granite d'Antongil, J.AUROUZE distingue essentiellement une vaste série de migmatites schisteuses embréchitiques, couvrant la totalité de la zone forestière jusqu'au niveau des leptynites et des migmatites schisteuses de la région de Marotandrano, en bordure Sud de l'Androna.

Toutes les migmatites ont un faciès rubané dominant et les différences apparaissent surtout au microscope, comme le précise très bien J.AUROUZE (p.17 TBG. N°21), dans le mode de répartition de l'apport qui "imbibe" la totalité de "la roche originelle, sans détruire sa schistosité" dans les faciès embréchitiques et se limite surtout à des "filons et filonnets aplitiques séparant des bancs de la roche trame qui en général est peu imbibée" dans les faciès de migmatites schisteuses de Marotandrano. Dans les migmatites embréchitiques J.AUROUZE distingue une zone à grenat et disthène à l'Est et une zone à grenat seul à l'Ouest.

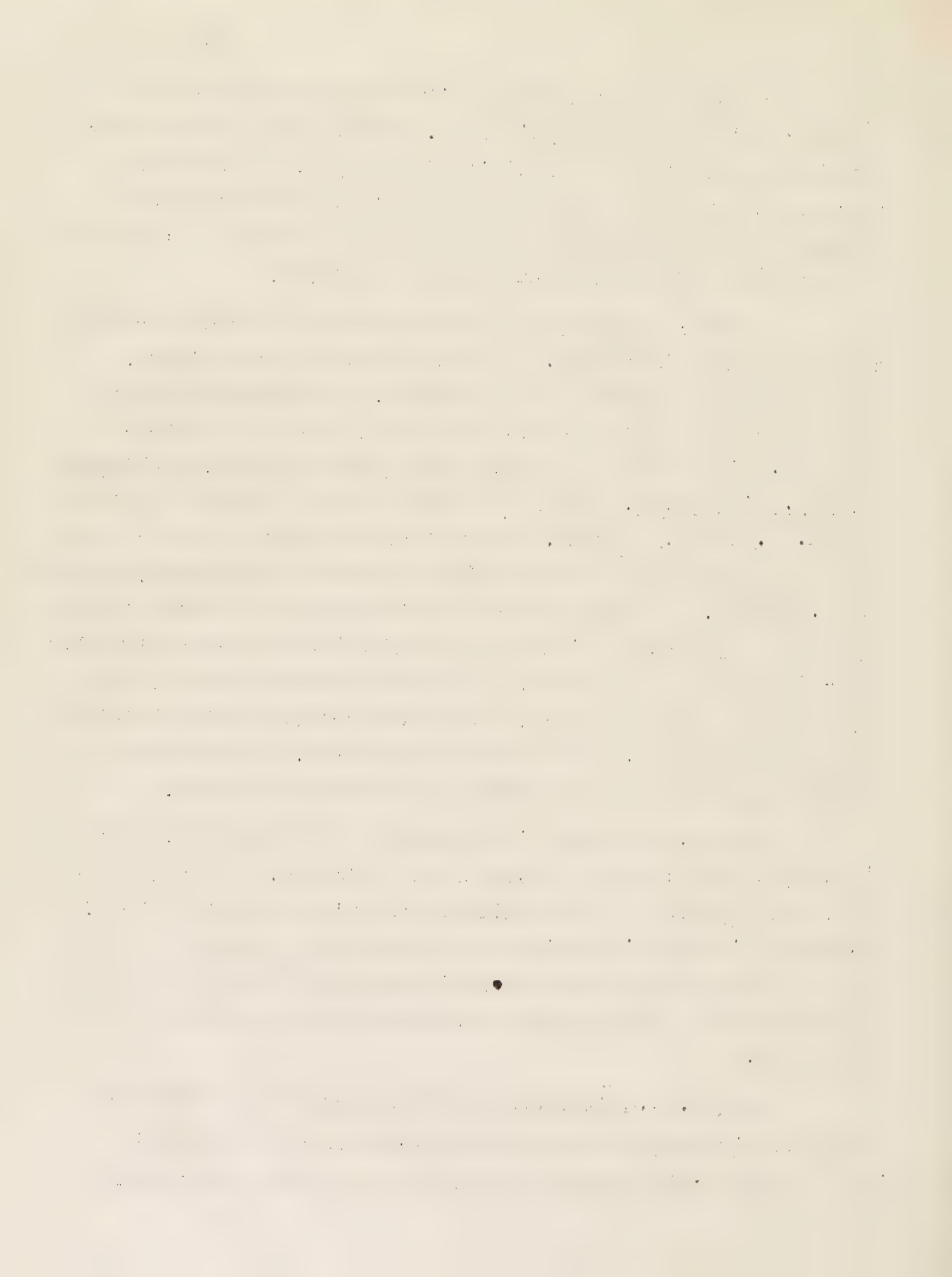
Dans la région d'Antenina, les migmatites embréchitiques renferment de nombreux bancs à grenat et à disthène, des septa graphiteux et des intercalations concordantes d'amphibolopyroxénites et de vieux gabbros grenatifères. Plus au Sud se situe le vieux massif de gabbro grenatifère de l'Antara.

La limite du granite de l'Antongil est incertaine à l'Ouest, mais la cartographie de J.AUROUZE semble déjà parfois mettre en opposition, à proximité du contact, les surfaces tabulaires caractéristiques des migmatites embréchitiques à l'Ouest et les orientations plus complexes données à l'Est par la foliation des granites et de leurs enclaves.

En 1959, frappé par la superposition apparente brutale dans la région d'Antenina, de niveaux surtout gneissiques, grenatifères et souvent très quartzeux, aux migmatites oeil-lées mésocrates riches en éléments calciques de la série du Mananara, j'ai défini la série gneissique à grenat, peu migmatitique, d'Antenina, comme un ensemble très différent de l'Antongil. O.DOTTIN, au Nord, adopte le même point de vue en y assimilant les gneiss du Kambolaza (au niveau de Mananara); tandis que J.MARCHAL, au Sud étend la dénomination de la série d'Antenina en y englobant à l'Ouest la totalité des formations gneissico-migmatitiques à grenat, et accessoirement graphite, qui couvrent la feuille Antara ; et il démontre la position synclinoriale indubitable, au coeur de cette série, du complexe d'orthoamphibolites grenatifères du massif de l'Antara.

En 1963, au cours d'une mission de prospection, j'ai l'occasion en faisant la coupe de la Somianina, de montrer que les vieux gabbros et les amphibolopyroxénites signalés par J. AUROUZE à l'Ouest d'Antenina se situent aussi comme ceux d'Antara au coeur et sur les flancs d'une vaste structure synclinoriale dont le flanc Ouest se confond avec le plateau d'Antanimenabaka.

En 1964, G.EIJKELBOOM (BRGM) prospecte en détail le massif de l'Antara et confirme sa structure synclinoriale : "les roches encaissantes représentées par une série silico-



alumineuse faiblement migmatisée, comprennent essentiellement des quartzites à grenat, biotite et disthène, des gneiss à disthène, des grenatites et gneiss à biotite et disthène. Le graphite est quasi ubiquiste mais toujours en faible quantité" (CRSG 1965 p.65-). C'est la cartographie plus précise issue de la mission ELJKELBOOM que nous avons utilisée dans la carte hors-texte pour ce secteur de l'Antara.

C- Pétrographie de la série d'Antenina.- Dans la région d'Antenina, la série débute par des niveaux caractéristiques de gneiss leucocrates quartzeux à rare biotite, grenat ou muscovite, accessoirement disthène et graphite. Ces gneiss passent fréquemment à des faciès leptynitiques parfois à lentilles de quartz allongé typique, et à microcline quadrillé isogranulaire plus ou moins abondant. Comme types, on peut citer :

X.1822, X.1823 (rivière Anjinja) : faciès hololeucocrates à microcline quadrillé, isogranulaire, abondant ; quartz isogranulaire rassemblé en amandes allongées (épaisseur millimétrique, longueur centimétrique), albite oligoclase interstitiel rare ; magnétite.

X.1859 : faciès leucocrate à biotite ; structure grenue fine, texture schisteuse bien marquée par les quartz allongés en amandes et les fines paillettes de biotite parsemant la roche ; microcline quadrillé isogranulaire toujours abondant, albite, oligoclase, magnétite.

Dans les faciès les plus communs comme X.1747 (village Sahataranto), le grenat almandin s'ajoute à la biotite, en phénocristaux parsemant la roche, toujours riche en microcline, avec un peu de hornblende et des plagioclases oligoclases plus abondants ; tandis que les types plus plagioclasiques à sphène et hornblende verte plus commune, toujours grenatifères, restent rares.

Le caractère leucocrate de ces niveaux de base à dominance quartzeuse, structure grenue fine, présence générale de grenat almandin, qui affleurent sur 1 à 2 km dans la rivière Somianina, à l'Est d'Antenina, est frappant et dès 1959 nous

écrivions (TBG.n°97 p.15) que "l'ensemble pourrait dériver du métamorphisme d'une séquence argilo-gréseuse à grès feldspathiques prédominants". Ces niveaux comportent en plus quelques intercalations de quartzites à grenat, disthène, sillimanite, avec accessoirement des rognons de grenatites quartzeuses à disthène ou sillimanite.

Au-dessus, au niveau d'Antenina et plus à l'Ouest, la majeure partie de la série correspond à des gneiss banaux plus ou moins plagioclasiques et à tendance mésocrate, à biotite et grenat, à intercalations de migmatites rubanées à biotite, d'amphibolites feldspathiques à hornblende et d'amphibolopyroxénites souvent grenatifères à résidus d'hypersthène. Les ortho-amphibolites forment notamment le petit "massif" laocolitique de Sahatezabe et une partie du complexe d'Andondona au centre de la structure synclinoriale (cf coupe planche 12). Dans le massif d'Andondona la présence de faciès pyroxénolitiques à hypersthène, diallage et de résidus gabbroïques cataclastiques confirme l'origine ortho de ces faciès amphibolo-pyroxéniques et grenatifères qui sont par ailleurs absolument identiques à ceux de l'Antara du Sud.

Un fait intéressant est l'association aux faciès noritiques dans les "lames" subverticales de la zone centrale de l'Andondona, de faciès acides à perthite extrêmement fine dominante, biotite et pyroxènes (diallage, hypersthène). La plupart de ces faciès acides correspondent à des roches grenues à gros grain (types X.3749 - X.3745) constituées par un fond de grosses perthites cataclastiques, englobant des cristaux automorphes de pyroxène (hypersthène ou diallage) fréquemment à macles tordues et entourées d'une auréole irrégulière de plaquettes de biotite brune très pléochroïque.

Plusieurs échantillons présentent en outre une structure de roches magmatiques indubitable. L'échantillon X.3748 correspond ainsi indiscutablement, au microscope, avec ses gros phénocristaux automorphes de perthite zonée, hypersthène et diallage, noyés dans une pâte finement granulée à biotite, à un faciès de microgranite à perthite et pyroxène typique (photos planche hors texte).

Nous avons émis l'hypothèse en 1963 que les formations subverticales de l'Andondona pouvaient constituer la zone d'émission d'un vaste complexe laccolithique acide et basique, auquel nous rattachions à l'Est et à l'Ouest, les principales cuestas d'orthoamphibolites et pyroxénites grenatifères, ainsi qu'une partie des faciès des "migmatites rubanées", souvent grenatifères de l'Ouest d'Andondona. Nous y rattachions également certains faciès intercalaires plus granitoïdes à nodules d'amphibole et grenat, dont nous signalions à l'époque la ressemblance avec certains faciès classiques des "migmatites de Brickaville".

Cette hypothèse demeure plausible dans l'ensemble mais demande à être appuyée par une cartographie plus précise. Notre unique coupe au niveau de la Somianina (planche 12) ne permet pas en effet d'être sûr qu'il y a continuité entre les norites grenues, les faciès acides grenus et microgrenus de la zone centrale, et les vieux gabbros et amphibolo-pyroxénites grenatifères du laccolithe de Sahatezabe et des cuestas de l'Ouest d'Andondona par exemple.

Nous retenons surtout ici l'association aux niveaux de la zone centrale d'Andondona dans un contexte de gneiss à disthène et sillimanite (limite des zones B_{2-2} à B_{2-3}), de faciès

noritiques et granitiques qui sont manifestement d'origine magmatique, prouvée tant par leur structure résiduelle que par leur composition initiale qui s'apparente en particulier pour les faciès acides à perthite seule, à celle des granites de l'hypersolvus ou du subsolvus de la classification de N.L.BOWEN et O.F.TUTTLE (1958).

Or il existe à l'Ouest, dans les zones du faciès amphibolite profond et du faciès granulite à hornblende du sillon Beforona-Alaotra et de l'Androna, de nombreux complexes "charnockitiques" différenciés, occupant en général un gisement synclinorial ou en "entonnoir" apparemment concordant avec les formations du socle. Ces massifs sont pour la plupart constitués d'une succession de roches grenues allant des gabbros noritiques (appelés fréquemment "charnockites" basiques) à des granites ou à des syénites alcalines le plus souvent à hypersthène ou pyroxène résiduel . . . Dans le passé, la plupart de ces massifs ont été généralement interprétés comme dérivés essentiellement de masses noritiques par un processus de "charnockitisation", envisagé comme une "granitisation" particulière sous certaines conditions de métamorphisme, et faisant surtout intervenir une métasomatose silico-potassique massive.

Nous pensons au contraire, par analogie avec ce qui existe au niveau de l'Andondona que l'idée de mises en places magmatiques originelles successives différenciées (avec reprise possible dans des phases rétro-morphiques ultérieures responsables de l'acquisition des structures "granoblastiques migmatitiques" généralement observée), ne doit pas être écartée.

Nous aurons l'occasion de reprendre plus loin la discussion de cette hypothèse magmatiste lorsque nous aborderons l'étude de nos massifs synclinoriaux différenciés à "charnockites

basiques", et au moins synorogènes, de la région de Mandritsara-Befandriana.

Pour en revenir à la pétrographie de la région d'Antenina, il faut signaler que le graphite, inconnu à l'Est dans tout le groupe de l'Antongil, apparaît ici à l'état de traces dans les gneiss à biotite. Les niveaux indiqués sur la carte correspondent à des concentrations plus importantes (sans intérêt économique néanmoins) liées surtout ici à des intercalations métriques de grenatites à disthène.

Au Nord, sur la moitié Sud-Ouest de la feuille Marovoara, dans la zone interne de Mananara, O.DOTTIN retrouve d'abord la même succession de faciès quartzeux leptynitiques et grenatifères que dans la région d'Antenina, mais ensuite, le caractère leucocrate et quartzeux des niveaux de base s'estompe progressivement et au niveau de Mananara, les gneiss du Kambolaza, qui constituent la presque totalité de la série sont des gneiss banaux à biotite, rarement grenatifères.

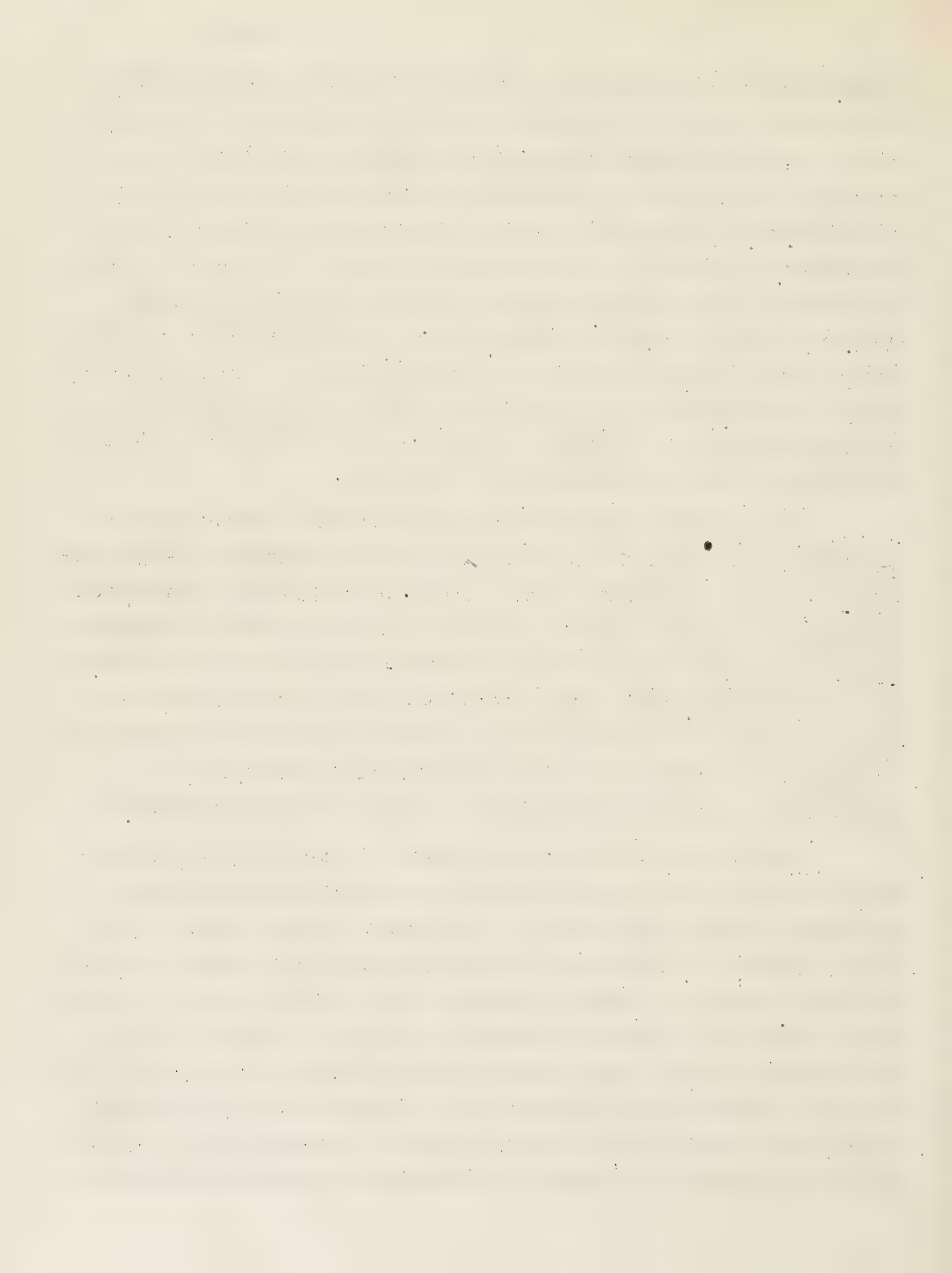
Sur la feuille Antara au Sud, J.MARCHAL décrit le prolongement de la série d'Antenina comme un ensemble indissociable de gneiss et de migmatites rubanées généralement grenatifères à quartz, microcline abondant avec myrmékite, oligoclase, biotite et muscovite rares, et magnétite (en plus du grenat quasi ubiquiste) avec les mêmes intercalations de leptynites, grenatites, quartzites à minéraux divers (grenat, sillimanite, disthène) qu'au Nord.

Le massif d'Antara correspond à des amphibolopyroxénites feldspathiques à grenat qui contiennent généralement un plagioclase du type labrador, de l'hypersthène et de l'augite ouralitisés, de la hornblende verte, du grenat, La texture est souvent litée ou franchement gneissique avec un fond granoblastique de

plagioclases isogranulaires parsemés de petits grenats automorphes, dans lequel se détachent des résidus plus gros de pyroxène plus ou moins cataclastiques, partiellement ouralitisés et entourés d'une auréole de hornblende verte parfois complétée vers l'extérieur d'alignements de petits grenats au contact du plagioclase. G.EIJKELBOOM a découvert en outre sur la partie Ouest du massif, trois grosses lentilles de pyroxénolites couvrant près de 15 km² à augite, hypersthène, clinohypersthène et enstatite, avec un peu d'amphibole d'ouralitisation et de feldspaths, ainsi que quelques autres lentilles réduites de péridotites et de pyroxénolites au Sud-Est du massif. Cet ensemble ne renferme apparemment aucune minéralisation économique.

La position préférentielle des niveaux leucocrates et quartzeux à la base de la série ne peut apparemment pas être assurée de façon constante comme au Nord. Les niveaux quartzeux à disthène, les plus communs, forment de minces niveaux discontinus ou des lentilles métriques intercalées dans toute la série. Ils semblent néanmoins plus fréquents dans la moitié Sud de la feuille Antara qu'au Nord. Sur la bordure Sud-Ouest du massif de l'Antara, on trouve aussi une concentration importante de quartzites à grenat et sillimanite (avec un peu de disthène).

Au Sud de la feuille, de part et d'autre de la Sandra-tsio un important niveau discontinu de quartzite à disthène : puissance locale 100 à 200 m ; alignement visible sur près de 30 km (depuis le Nord-Ouest de Madoranokely au niveau du méridien 690 jusqu'à l'Ouest du méridien 670) paraît bien à l'échelle du 1/500.000^e pouvoir jalonner la base de la série (carte hors-texte) ; mais à une échelle plus précise, on voit qu'il est en fait séparé à l'affleurement des derniers niveaux de migmatites mésocrates ocellées de la série de Mananara par 1 ou plusieurs kilomètres de gneiss et de migmatites rubanées indiscer-



nables des faciès de l'Ouest (voir schéma de la zone de Madio-ranokely planche 11), comme d'ailleurs de certains niveaux à dominances ectinitiques rencontrés à l'Est dans la zone d'affleurement de la série du Mananara et attribués aux niveaux résiduels de type Anjiahely.

Nous avons déjà souligné plus haut dans la description des caractères des niveaux d'Anjiahely la difficulté qu'il y avait dans cette région Sud de préciser dans le détail une limite qui s'impose à l'échelle régionale tant par la pétrographie : masse de gneiss et de migmatites rubanées grenatifères et graphiteuses à l'Ouest, et faciès oeuillés et granitoïdes mésocrates, riches en éléments calciques à l'Est, que par l'analyse structurale d'ensemble. La difficulté est due essentiellement comme nous avons essayé de le montrer, au fait qu'il existe très certainement dans la série du Mananara, des lambeaux ou des écaillés des séries de l'Ouest, repris dans une phase tectonique ultérieure avec le socle sous-jacent, et qui n'ont pas été différenciés lors des levés de reconnaissance, le problème de leur identification à l'époque n'ayant pas été posé.

D- Caractères structuraux.- Les deux unités principales sont constituées par les synclinoriaux d'Antara et d'Andondona (carte hors-texte). Ces deux synclinoriaux montrent une évolution identique, vers l'Ouest, à celle des synclinoriaux déjà décrits du Mahakiry et de la Sahantaha : flanc Est subtabulaire, au contact de l'Antongil et zone centrale au contraire très redressée ou plissotée (coupes et schémas planches 11 et 12).

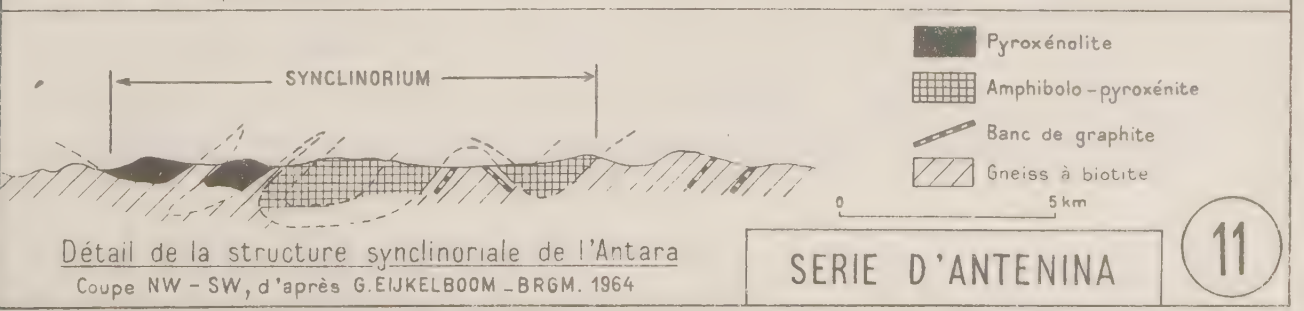
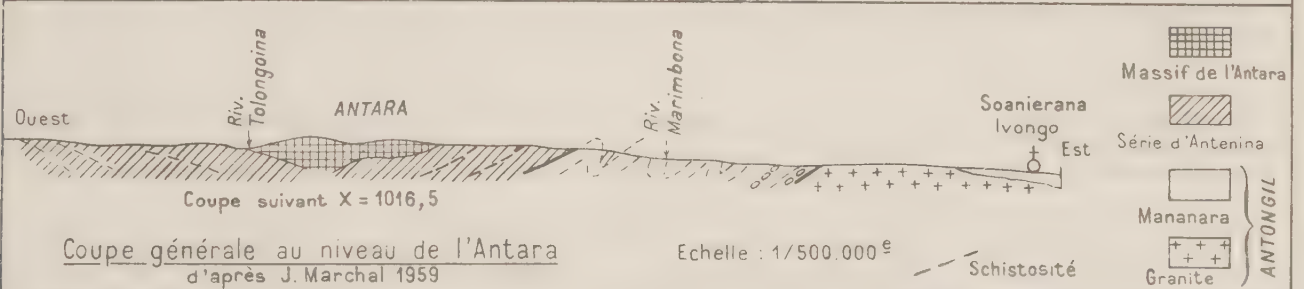
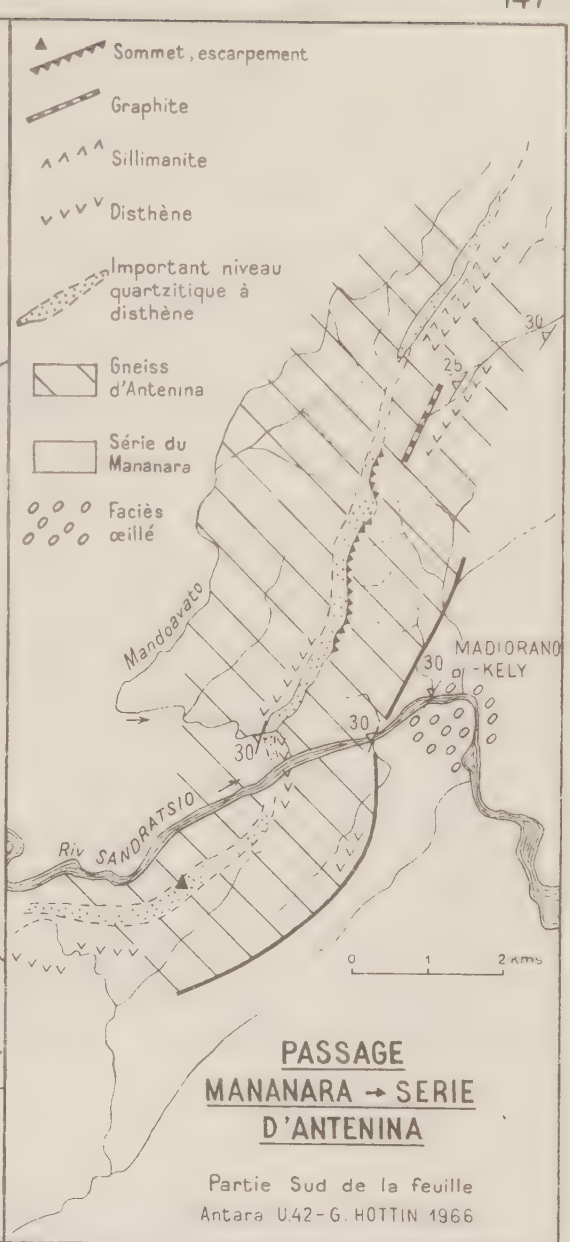
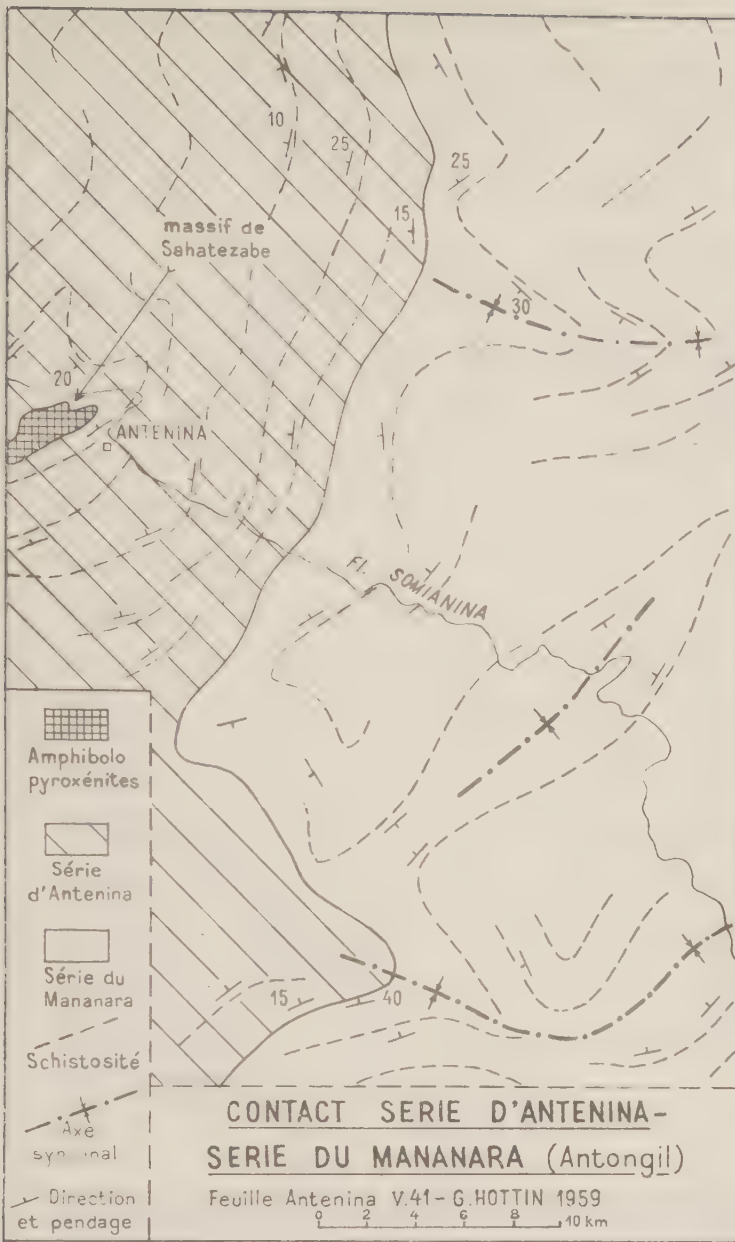
Au Nord, la vaste zone subhorizontale, mollement ondulée, du Kambolaza s'interprète le plus simplement possible comme le prolongement au Nord-Est du synclinorium d'Andondona, qui vient

ensuite se confondre à l'Ouest avec la zone d'ennoyage de l'anticlinal migmatitique majeur de direction Nord-Est développé dans les migmatites de la falaise.

La zone mal connue entre les synclinoriaux d'Andondona et d'Antara est interprétée comme une ride anticlinale simple, en tenant compte des principales inversions de pendage notées par J.AUROUZE, mais les alternances de pendages forts et faibles de même sens, notamment sur le flanc Nord suggèrent que cette zone est certainement plus complexe.

Au Sud de l'Antara, on a distingué schématiquement, en tenant compte des mesures de J.MARCHAL effectuées sur les intercalations gneissiques ou quartzitiques deux dômes anticlinaux "migmatitiques", séparant le synclinorium de l'Antara proprement dit de la zone Sud de la feuille, riches en niveaux quartzeux à disthène et en graphite. Un fait intéressant est que le petit dôme oriental correspond pratiquement au "horst de migmatites granitoïdes de l'Itsindro signalé antérieurement sur la carte de J. AUROUZE. J.AUROUZE avait en effet très nettement distingué ces faciès granitoïdes du massif de l'Itsindro, du fond migmatitique rubané environnant.

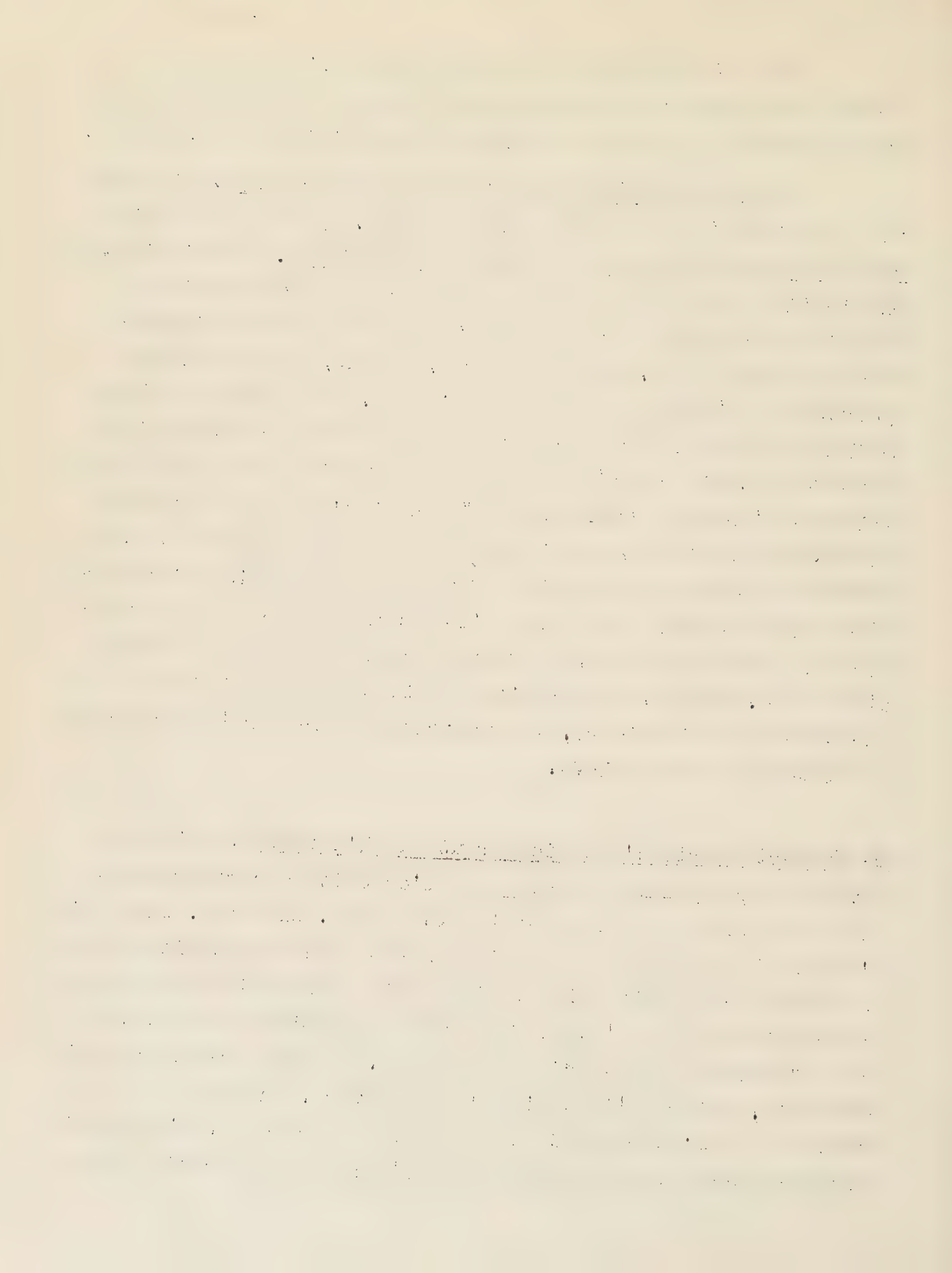
J.MARCHAL n'a pas maintenu cette distinction sur sa carte mais il écrit : "J.AUROUZE avait distingué une zone migmatitique de l'Itsindro. Ce massif étant quasiment impénétré, nous ne l'avons pas traversé. Les quelques échantillons de migmatites granitoïdes ramassés sur son pourtour nous ont paru insuffisants pour faire cette distinction..." (TBG n°100 p.6) et plus loin (p.9) : "J.AUROUZE considérait la région de l'Itsindro comme un horst. Il semble bien en effet que ces séries de cassures dont nous n'avons dessiné que quelques-unes sur notre carte mais qui sont probablement bien plus nombreuses, puissent déterminer des zones de bombement et des zones d'effondrement".



Nous n'avons pas revu cette zone de l'Itsindro et sur notre carte nous n'en avons indiqué que les contours approximatifs d'après le système de failles et les limites de J.AUROUZE.

L'existence d'un "noyau" de roches anciennes, différentes des migmatites rubanées environnantes, ayant par la suite rejoué en horst dans cette région de l'Itsindro, fournirait une explication satisfaisante à la concentration préférentielle parfois spectaculaire des quartzites à grenat et sillimanite sur sa bordure Nord, signalés par J.MARCHAL, et des niveaux quartzeux à disthène au Sud et à l'Ouest. Ceci demande à être vérifié par des levés plus précis mais cette hypothèse s'accorderait aussi très bien avec les observations que nous avons faites à l'échelle régionale de "noyaux" d'Antongil (que nous décrirons plus loin), aussi bien dans les micaschistes de Vavatenina que dans les migmatites rubanées de la région d'Ambodiriana plus au Sud, comme avec l'interprétation que nous proposerons, compte tenu de la structure régionale et des observations de J.AUROUZE, des granites de la Lomakana qui forment au Nord-Ouest de l'Itsindro, le substratum de la partie occidentale du plateau de Marovoalava.

E- Contacts série d'Antenina-groupe de l'Antongil.- C'est au niveau de la feuille Antenina que l'opposition cartographique entre les deux ensembles est la plus nette. En effet, bien qu'à l'époque le problème ne se soit pas posé (on ne pensait alors qu'à établir une limite lithologique entre les séries grenatifères et graphiteuses de l'Ouest rapportées au Système du Graphite et le "Vohibory" de la côte orientale), le tracé résultant fait ressortir, malgré l'insuffisance des levés, au Nord de la So-mianina et à l'extrême Sud de la feuille Marovoara, l'opposition manifeste entre les structures synclinales bien marquées dans le



groupe de l'Antongil et les surfaces tabulaires avec des structures synclinales seulement ébauchées des formations superposées à l'Ouest de la série d'Antenina.

Au Sud, le tracé général de J.MARCHAL donne bien l'impression pour l'Antenina de part et d'autre du contact d'une série de couverture peu plissée épousant mollement les principales ondulations du socle sous-jacent à l'Est.

Au Nord, sur la feuille Marovoara, dans la zone interne de Mananara, les deux ensembles sont d'abord, au Sud, comme nous l'avons déjà vu, concordants en direction et en valeur des pendages. La limite, du point de vue structural, serait difficile à tracer s'il n'y avait pas l'opposition lithologique en continuité avec les bancs de la feuille Antenina, des formations gneissiques et grenatifères aux migmatites orientales.

Plus au Nord, dans le couloir de la Fahambahy, les directions Nord 80°Ouest et subverticales de l'Antongil semblent en opposition brutale à l'échelle cartographique avec les gneiss subhorizontaux du Kambolaza à l'Ouest. Mais la coupe que nous avons faite de Marovoara, dans la vallée de la Fahambahy, à Ankoetrika au Sud-Ouest dans la vallée du Mananara sur le plateau du Kambolaza ne nous a rien apporté. Nous sommes passés des formations Est-Ouest et à pendage Sud généralement supérieur à 45° de la Fahambahy aux rares affleurements douteux des thalwegs du plateau (formations subhorizontales de direction incertaine) sans voir le contact.

Toute cette région forestière pratiquement déserte et presque impénétrée de la haute Fahambahy est en plus très tectonisée. Il est manifeste qu'elle a dû, constituer au moins la zone de fermeture d'un grabben secondaire d'axe Nord 80°Ouest,

qui accompagnait la formation du fossé d'effondrement quaternaire de la baie d'Antongil. Fermeture qui se matérialise ici par une série de gradins à regard Est et qui paraît surtout commandée par le jeu des fractures Nord 10°Ouest à Nord 40° Ouest qui ont guidé dans cette région la mise en place antérieure des derniers faisceaux importants de dolérites de la zone interne (carte hors-texte).

F- Passage aux migmatites de l'Ouest.- La série d'Antenina sur sa bordure orientale, dans la région d'Antenina et dans le Kambo-laza au Nord est gneissique. Mais il est aussi évident que l'on passe, parfois très rapidement, à l'Ouest et au Sud, à un vaste complexe de migmatites rubanées à intercalations gneissiques, identiques aux ectinites de la bordure orientale, et qui paraît indiscernable du fond migmatitique des plateaux de l'Ouest.

La majorité de cette zone n'a pas été revue depuis les levés de reconnaissance de J.AUROUZE, aussi les modalités exactes du passage des ectinites aux migmatites occidentales restent-elles, presque partout, inconnues. Les levés de G. EIJKELBOOM permettent néanmoins d'étendre la zone gneissique à la zone du synclinorium de l'Antara ; et par raison de continuité, et pour tenir compte de ce que nous avons vu au Sud dans la vallée de la Sandratsio, nous avons étendu le figuré des gneiss à la zone synclinoriale riche en disthène et en graphite qui borde l'Antongil sur la partie Sud de la feuille Antara. Nous rejoignons d'ailleurs ici plus ou moins la carte au 1/1.000.000° de H.BESAIRIE (1964) qui différencie ce secteur du complexe migmatitique moyen de l'Ouest en l'assimilant au groupe du Manampotsy (B₂) qui caractérise les niveaux à dominance gneissique du Système du Graphite. Néanmoins, tout ceci reste très schématique ; nous n'avons d'autre raison par exemple, de

laisser en migmatites plutôt qu'en gneiss le bombement anticlinal qui flanque les migmatites de l'Itsindro à l'Ouest que le fait justement qu'il est anticlinal...

Et en définitive, les quelques renseignements que l'on peut fournir sur le passage manifeste des gneiss aux migmatites restent ceux que l'on peut tirer de la coupe du synclinal d'Andondona au niveau de la vallée de la Somianina (planche 12) et de son affluent l'Andramy, entre Antenina et Amberina :

Immédiatement au Nord-Ouest d'Antenina, au delà des faciès surtout leucocrates et grenatifères rencontrés en aval, on trouve sur 1 km avant le coude de la Somianina vers le Nord-Est, des gneiss à biotite avec quelques intercalations d'amphibolites feldspathiques et de micaschistes à disthène, avec un pendage faible (20°) général au Nord-Ouest.

On traverse ensuite le petit massif d'orthoamphibolites grenatifères de la Sahatezabe bordé, à l'Est comme à l'Ouest, d'éboulis de blocs de grenatites à disthène et sillimanite, avec une proportion plus ou moins forte de graphite. Au delà de la Sahatezabe, les pendages observés sont au Sud-Est, et les faciès de migmatites rubanées à biotite et amphibole, s'intercalent en abondance dans le fond gneissique, jusqu'au niveau de Sahateza. Le petit massif d'ortho-amphibolites du Sud de la Sahatezabe paraît donc bien ainsi correspondre à un repli synclinal.

Au delà de Sahateza et jusqu'au confluent de la Sahovy, on trouve surtout des gneiss à biotite avec quelques niveaux à disthène. Cet ensemble correspond nettement à un repli anticlinal souligné par des pendages faibles au Sud-Est au niveau de Sahateza à l'Est et vers l'Ouest en amont du confluent de la Sahovy.

Au delà on retrouve des migmatites rubanées à biotite, et à biotite amphibole, avec quelques petits niveaux concordants d'amphibolopyroxénites grenatifères. Le pendage est toujours de l'ordre de 25° au Nord-Ouest.

On tombe ensuite brutalement à partir du confluent de l'Andondona et jusqu'au niveau d'Andapa dans l'ensemble subvertical complexe des faciès intrusifs différenciés à hypersthène (acides et basiques) de la zone centrale d'Andondona.

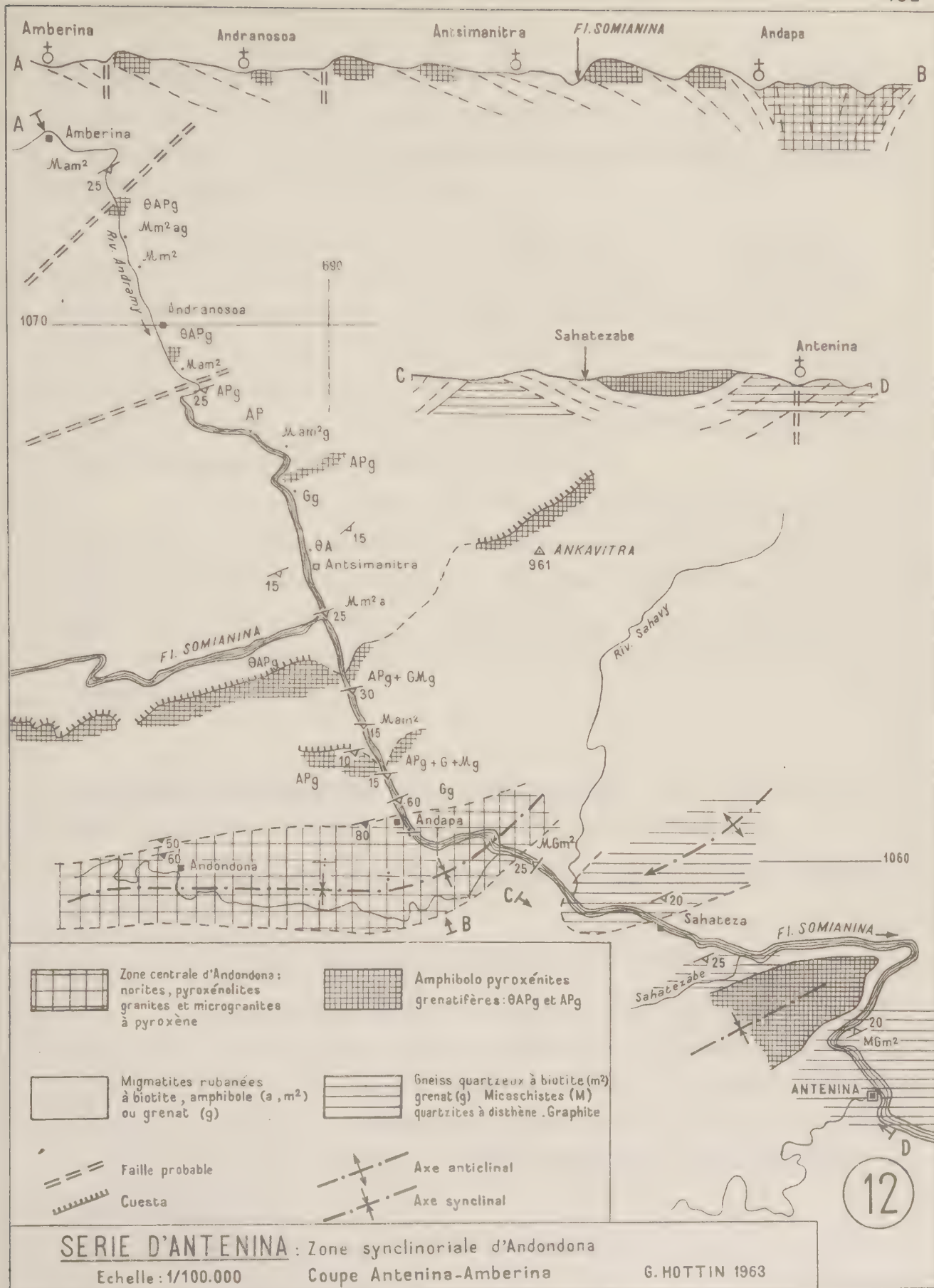
Puis à 100 m en amont d'Andapa, apparaissent les premiers faciès de migmatites rubanées à biotite et grenat à intercalations de gneiss grenatifères, au bed-rock de la Somianina avec un pendage fort 60° au Sud-Est. Ces faciès rubanés grenatifères, plus ou moins leucocrates, parfois à amphibole et grenat s'intercalent de bancs amphiboliques et amphibolopyroxéniques (qui forment des cuestas remarquables de part et d'autre de la Somianina) et constituent ensuite le fond géologique dominant sur 4 km environ jusqu'au niveau d'Antsimanitra, au delà du confluent Andramy-Somianina. La direction Nord-Est à Est-Ouest et le pendage faible (15 à 25°) vers la zone centrale d'Andondona restent très constants. Au delà de l'Antsimanitra et jusqu'à Amberina, les bancs grenatifères devien-

ment plus rares. Le fond géologique est constitué par des migmatites rubanées d'aspect plus leucocrate et plus homogènes, à biotite et à biotite amphibole, avec des intercalations réduites d'amphibolopyroxénites grenatifères et des passées embréchitiques à gros grain, d'aspect granitoïdes, de plus en plus abondantes vers l'Ouest et dont certains faciès, comme nous l'avons déjà signalé, rappelant les faciès classiques des migmatites granitoïdes à amphibole et grenat du Brickaville.

La disparition totale des niveaux à disthène sur le flanc Est du synclinal de l'Andondona, dans la vallée de la Soamianina, et celle de l'épidote dans les faciès amphiboliques, alors que les niveaux pyroxéniques grenatifères deviennent très abondants et que le caractère migmatitique s'accroît vers l'Ouest, sont caractéristiques. Elles s'accordent bien avec la limite stratigraphique régionale du disthène et de la sillimanite, et on voit que dans le synclinal d'Andondona, comme dans le synclinal du Mahakiry au Nord, le passage de la zone gneissique du flanc oriental à la zone migmatitique du flanc occidental coïncide pratiquement, en accord avec l'augmentation générale du métamorphisme d'Est en Ouest, avec le passage de la zone B_{2-2} à disthène almandin muscovite à l'Est à la zone B_{2-3} à sillimanite almandin orthose à l'Ouest.

G- Conclusion.- La série d'Antenina, dans la région d'Antenina, constitue une série de couverture peu épaisse : la puissance maximale depuis la bordure Est jusqu'à la zone centrale d'Andondona peut en effet être estimée à 1,5 km avec un pendage moyen de 15°, et en ne faisant état d'aucune répétition, par repli secondaire, possible.

Lithologiquement, elle montre ici une succession qui n'est guère différente de celle de certaines parties de la série "supérieure" de Sahantaha au Nord (bordure Nord-Est du synclinorium de Sahantaha Befontsy notamment). Elle passe indubitablement



en continuité au Sud et au niveau de l'Antara, à des niveaux gneissiques et graphiteux qui reproduisent les associations typiques des formations les plus caractéristiques du Système du Graphite (groupe du Manampotsy).

Tandis qu'au niveau des zones centrales d'Antara et d'Andondona, inséparables du fond gneissique précédent, apparaissent d'importantes formations pyroxénoamphiboliques d'origine ortho dont l'abondance plus à l'Ouest, dans les sillons du Beforona-Alaotra et de l'Andriamena, a toujours été considérée dans les synthèses régionales comme caractéristique des formations terminales du Vohibory.

La série d'Antenina offre ainsi un bel exemple de réunion, dans un même ensemble structural et stratigraphique de faible puissance, de formations que leurs caractères lithologiques auraient pu conduire classiquement à séparer artificiellement en plusieurs unités à signification stratigraphique totalement différente.

IV- SERIE DE VAVATENINA.- A- Localisation.- La série de Vavatenina réunit deux unités lithologiques principales :

- l'ensemble des micaschistes de Vavatenina proprement dits à l'Est ;
- et les gneiss de la Sahamana à l'Ouest.

Les micaschistes de Vavatenina occupent la partie centrale des feuilles Vavatenina et Fénérive (à environ 100 km au Nord de Tamatave) et on retrouve en plus des micaschistes identiques, en lambeaux d'importance diverse, sur plus de 150 km le long de la zone côtière, entre Soanierana-Ivongo au Nord et Tamatave au Sud.

Dans la zone interne, les micaschistes passent insensiblement aux gneiss à biotite de la Sahamana.

Ces gneiss reproduisent localement les associations pétrographiques caractéristiques des niveaux du Manampotsy (faciès types des gneiss du "Système du Graphite"), et s'effiloquent progressivement, à l'Ouest et au Sud, dans le fond migmatitique rubané de la falaise et de la région d'Ambodiriana (carte hors-texte).

Les gneiss de la Sahamana tirent leur nom d'une rivière, dans la partie Sud-Est de la feuille Vavatenina, le long de laquelle le passage en continuité des gneiss aux micaschistes est particulièrement démonstratif.

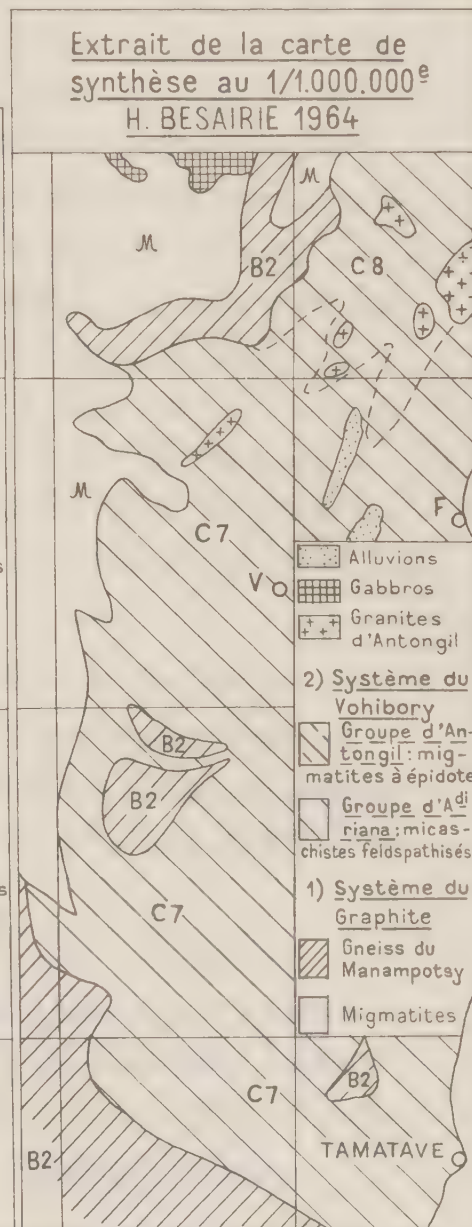
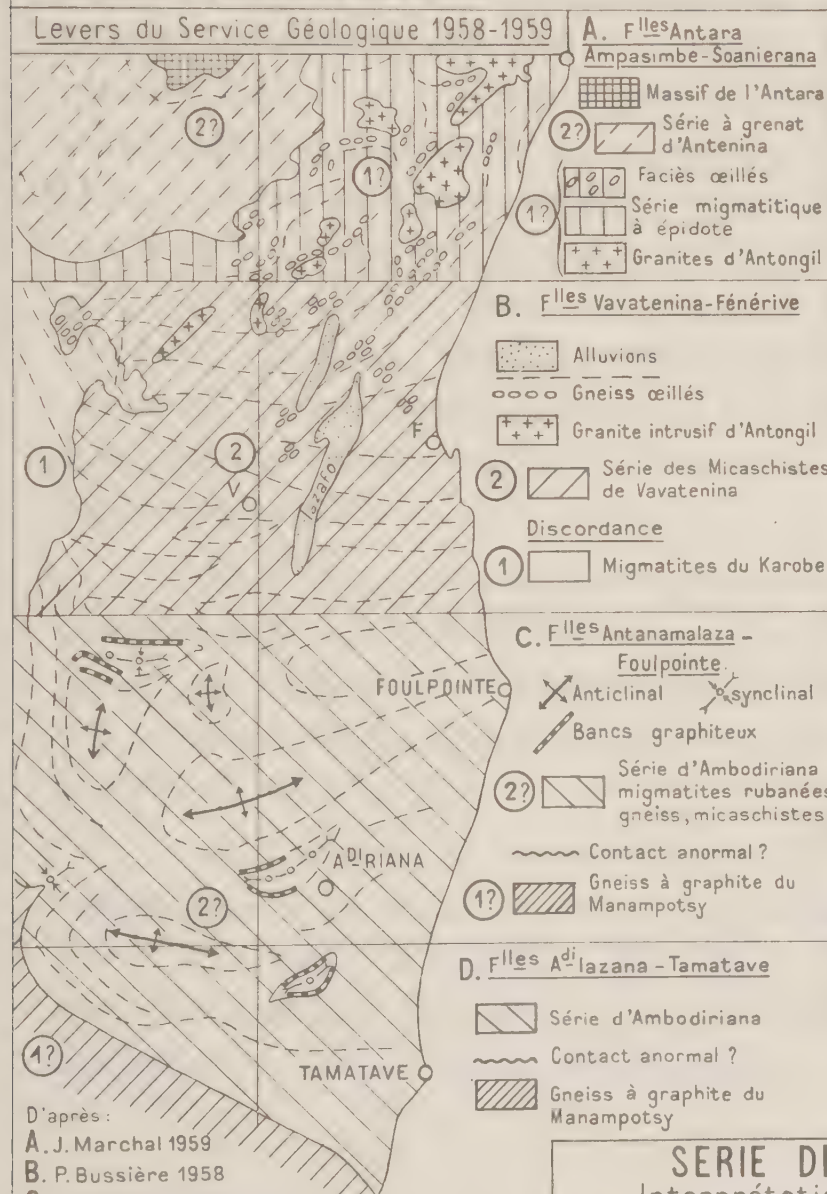
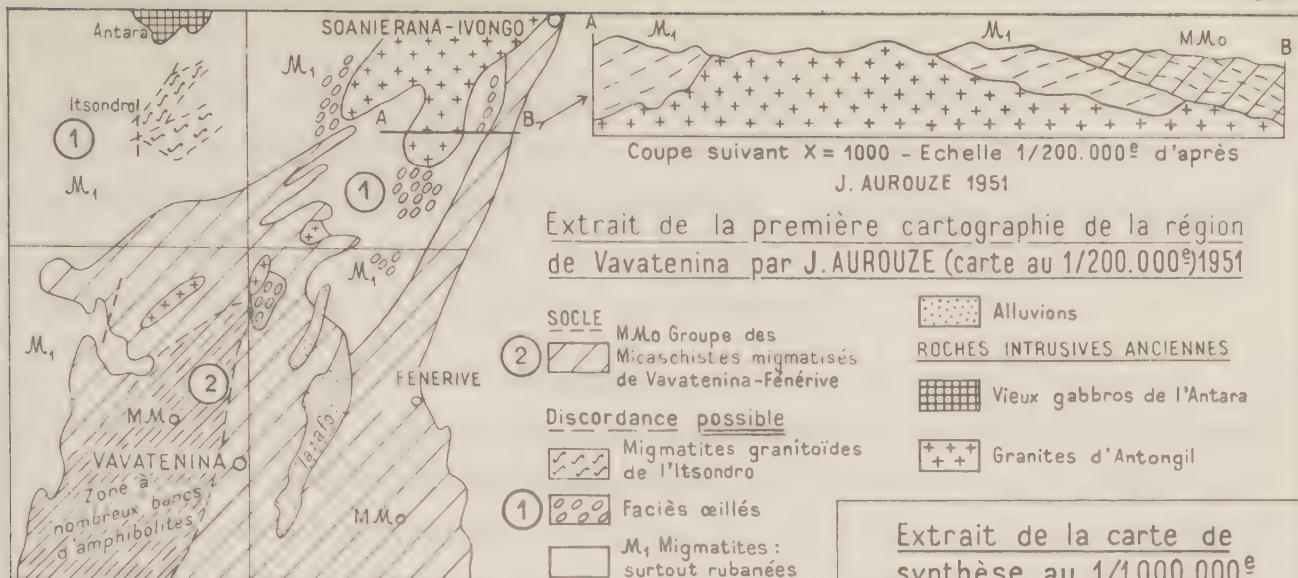
B- Historique. - La description de la série de Vavatenina amène à proposer un schéma cartographique et structural assez différent des conceptions antérieures.

Il nous a donc semblé utile d'exposer d'abord de façon objective l'enchaînement des divers arguments qui avaient conduit à la conception régionale initialement admise.

L'abondance des micaschistes dans la région de Vavatenina-Fénérive a été mise en relief par J.AUROUZE en 1951, avec la définition du groupe des micaschistes migmatisés de Fénérive (micaschistes à biotite et à deux micas, à fuschite, diadysites et embréchites à trame micaschisteuse) couvrant la majeure partie des feuilles Vavatenina et Fénérive (schéma planche 13).

A l'Ouest et au Nord la carte de J.AUROUZE montre ce groupe limité par un vaste complexe migmatitique indifférencié qui englobe à la fois les migmatites à faciès rubané dominant de la falaise à l'Ouest et les migmatites de couverture des granites d'Antongil à l'Est, dans lesquelles J.AUROUZE met déjà l'accent sur l'abondance des faciès oeilés.

• • •



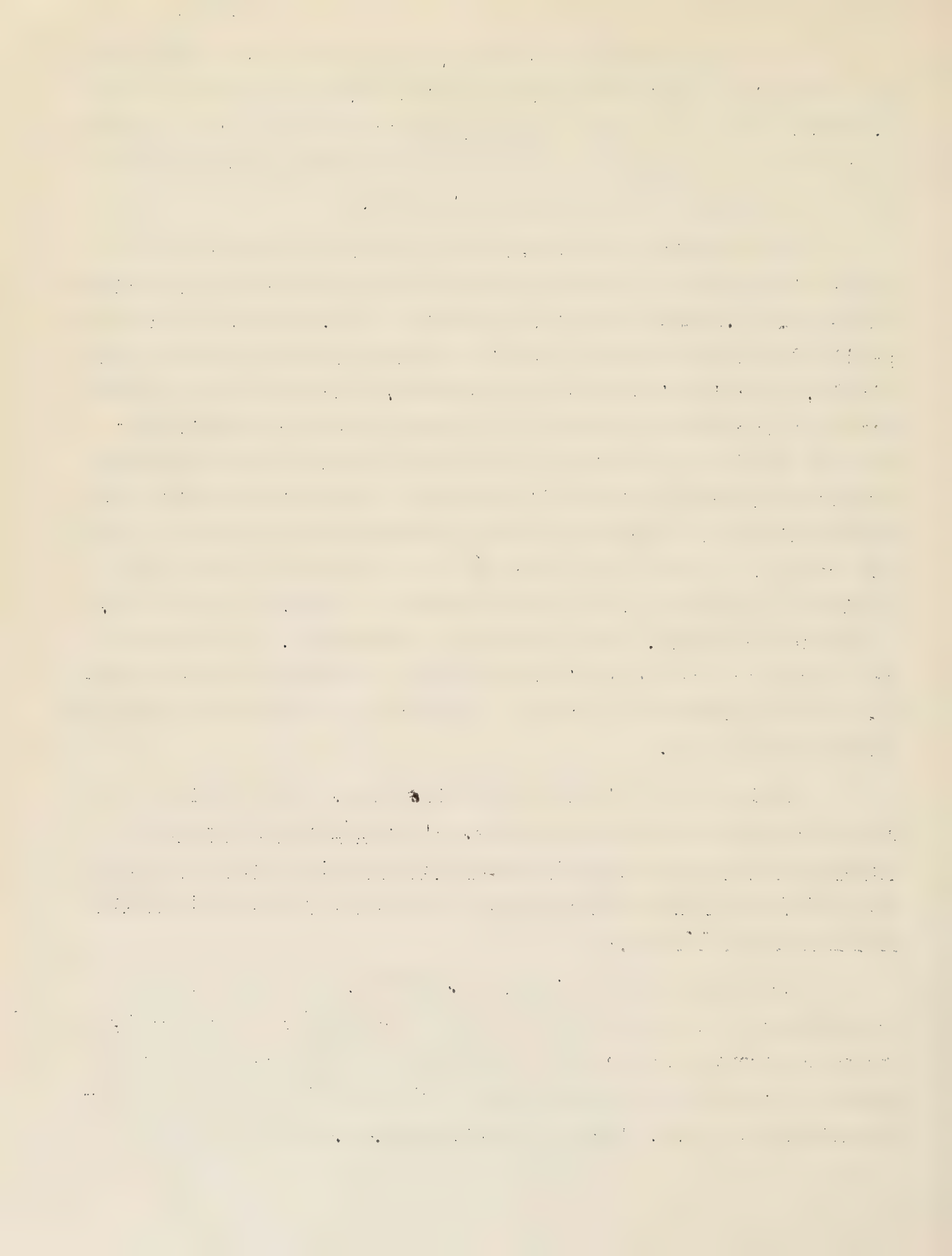
SERIE DE VAVATENINA
Interprétations antérieures et
problème du "Vohibory" cotier

Le long de la zone côtière, les micaschistes affleurent en continuité depuis Fénérive jusqu'au niveau de Soanierana et J.AUROUZE voit dans cette disposition l'influence d'un effondrement côtier prolongeant plus ou moins les failles responsables de la formation de la plaine de l'Iazafo.

Les granites d'Antongil sont décrits comme intrusifs aussi bien dans les embréchites que dans les micaschistes migmatisés mais J.AUROUZE précise néanmoins (TBG.n°30 p.29) que "les petits îlots granitiques que l'on trouve loin de la masse principale, jusqu'à l'Ouest de Saranambana, indiquent que le batholite est largement enraciné et s'enneie très progressivement vers le Sud" et que "d'autre part la forme des deux apophyses méridionales du massif et l'alignement des petits massifs annexes suivent la direction Nord Est-Sud Ouest qui est pour cette région, la direction principale de schistosité dans les schistes cristallins, montrent que vers le Sud, le batholite, toujours intrusif, tend à devenir concordant". Il ne manque pas aussi de souligner l'abondance des "structures cataclastiques avec mylonites" surtout fréquentes et accentuées près des limites du massif.

Mais ce qui s'est avéré primordial, par la suite, dans les essais de synthèse régionale, c'est l'interprétation du groupe des micaschistes migmatisés de Fénérive comme un ensemble original stratigraphiquement discordant sur les migmatites du Nord et de l'Ouest.

La discordance, d'après J.AUROUZE, est néanmoins "antérieure à la dernière tectonique tangentielle du socle", comme le prouve la position synclinale tectoniquement concordante de certains lambeaux de la série supérieure dans les embréchites du socle. "Très objectivement, J.AUROUZE ajoute



n'avoir pu réellement observer la discordance à l'affleurement, mais sa réalité lui semble s'imposer à l'échelle cartographique par l'observation" entre des points rapprochés de part et d'autre de la zone de contact, de différences très importantes de pendage et de direction entre les deux séries (P.55 TBG.n°30 et récapitulatif p.57).

La discordance et à fortiori la superposition des micaschistes migmatisés sur les migmatites de l'Ouest (classiquement rapportées au Système du Graphite), et l'analogie pétrographique, déjà soulignée par A.LACROIX entre les micaschistes et gneiss de la région de Vavatenina Fénérive et les ectinites de la zone synclinoriale du Beforona-Alaotra (classiquement attribuée au système terminal du Vohibory), font que dès 1956, H. BESAIRIE attribue également au Vohibory la totalité du groupe des micaschistes feldspathisés de Fénérive (carte au 1/500.000 1956 feuille n°5).

Lorsque P.BUSSIÈRE en 1958 reprend au 1/100.000 la cartographie des feuilles Vavatenina-Fénérive, il admet lui aussi, l'existence de la discordance envisagée par J.AUROUZE à l'Ouest, et en reproduit pratiquement les contours. Mais il spécifie, néanmoins, que "cette discordance n'a pu être réellement observée à l'affleurement" (TBG.n°90 p.13), et qu'elle résulte surtout de l'observation en des points rapprochés de part et d'autre de la zone de contact, de différences très importantes de pendage et de direction". Il signale en particulier un point : "à 800 m à l'Ouest du confluent de la Sahambendrana et de la Sahatavy" où on peut observer "des migmatites embréchitiques à biotite en position verticale avec une direction Nord-Sud, surmontées par des micaschistes Nord 70° Ouest, avec un plongement 20° Sud. La zone de contact est en partie recouverte de végétation et latéritisée". Et il ajoute : "C'est le seul point où la

discordance angulaire a pu être observée sur une distance inférieure à 50 m". Nous reviendrons plus loin sur l'étude précise de cette "zone de contact" entre les deux séries au Sud de Sahatavy.

Par contre dans la moitié Nord de la feuille Fénérive, P.BUSSIÈRE supprime le massif migmatitique antérieurement différencié par J.AUROUZE, et attribue la totalité de la feuille Fénérive à la série micaschisteuse supérieure avec quelques niveaux de gneiss ocellés liés à la mise en place des granites d'Antongil, faisant disparaître ainsi, toute cause possible de discordance à ce niveau.

On aboutissait alors au schéma représenté planche 13 (B) des feuilles Vavatenina-Fénérive dans lequel le caractère discordant de la série micaschisteuse, souligné par le dessin d'une schistosité générale Est-Ouest qui vient percuter à l'Ouest la limite des migmatites du socle (appelées ici migmatites du Karobe) paraît encore plus nettement affirmé que sur la carte antérieure de J.AUROUZE.

Mais la même année (1958), R.GIRAUDON lève les feuilles Antanamalaza et Foulpointe, immédiatement au Sud des feuilles Vavatenina-Fénérive (schéma C planche 13). Il y rassemble la totalité des terrains cristallins dans un même ensemble (série d'Ambodiriana) de migmatites rubanées, gneiss et micaschistes intimément associés, dans laquelle il ne voit "aucun indice de discordance, à quelque niveau que se soit". Il ne retrouve pas, en particulier, dans le coin Nord-Ouest de la feuille Antanamalaza, les migmatites du Karobe différenciées plus au Nord par P.BUSSIÈRE.

Mais d'accord avec les levers de M.RANTOANINA, sur les feuilles Ambodilazana-Tamatave au Sud, R.GIRAUDON introduit un

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

autre problème: dans la série indifférenciée d'Ambodiriana, existent en effet des bancs de gneiss graphiteux localisés principalement au niveau ou sur les flancs d'aires synclinoriales. Ces gneiss sont identiques à ceux du groupe de Manampotsy qui limitent au Sud-Ouest la série d'Ambodiriana. R.GIRAUDON retrouve d'ailleurs ces gneiss du Manampotsy à l'extrême Sud-Ouest de la feuille Antanamalaza, toujours au niveau d'une structure synclinoriale (schéma C planche 13) et M.RANTOANINA, dans le coin Nord-Ouest de la feuille Tamatave, attribue également au Manampotsy une aire synclinoriale de gneiss graphiteux, incluse ici dans l'aire d'affleurement de la série d'Ambodiriana (schéma D planche 13).

La superposition "géométrique", des gneiss graphiteux, de faciès Manampotsy aux migmatites indifférenciées de la série d'Ambodiriana étant indiscutable, l'hypothèse la plus simple est d'admettre que cette superposition apparente correspond aussi à la succession stratigraphique. R.GIRAUDON adopte d'abord cette façon de voir, mais par la suite, d'accord avec H.BESAIRIE, il met l'accent sur la parenté lithologique (par l'abondance des niveaux amphiboliques et amphibolopyroxéniques) entre la série Vohiboryenne du Beforona et les migmatites d'Ambodiriana ; et tenant compte en outre du fait que "géographiquement", la série d'Ambodiriana paraît devoir passer en continuité au Nord à la série "supérieure" des micaschistes feldspathisés de la région de Vavatenina de P.BUSSIÈRE, il admet l'hypothèse inverse du chevauchement de la série d'Ambodiriana par les gneiss du Manampotsy, attribuant en conséquence au lambeau de Manampotsy inclus dans la série d'Ambodiriana au Nord-Ouest de Tamatave "la valeur d'un klippe" (Thèse Clermont 1960, p.106).

Dans sa monographie générale de Madagascar (1960), H. BESAIRIE attribue également la série d'Ambodiriana au complexe

terminal du Vohibory, tout en prenant soin néanmoins de spécifier que "ses limites sont mal connues et sa position stratigraphique discutée". (p.32).

Dans l'intervalle J.MARCHAL avait levé, en 1959, les feuilles Antara-Ampasimbe-Soanierana, au Nord des feuilles Vavatenina-Fénérive. D'accord avec ce qui était défini à la même époque plus au Nord depuis le niveau de Mananara, il différenciait une série migmatitique orientale à épidote et une série occidentale à grenat, accessoirement graphiteuse, ou série d'Antenina. La série graphiteuse à grenat paraît bien se superposer à la série migmatitique orientale, et bien que J.MARCHAL ait laissé subsister à l'époque, comme R.GIRAUDON pour la série d'Ambodiriana au Sud, la possibilité d'un déversement de la série graphiteuse sur la série orientale, il ne raccorde pas à la limite Sud-Ouest de la feuille Antara, cette série graphiteuse à la série inférieure du Karobe de la feuille Vavatenina-Fénérive (schéma A planche 13). Il admet alors que "la série à épidote correspond au prolongement vers le Nord, à la fois de la série du Karobe et de la série de Vavatenina (encore connue sous le nom de Groupe des Micaschistes migmatisés de Fénérive), séries définies par P.BUSSIÈRE en 1958". Mais il met l'accent sur d'importants changements latéraux "rareté des faciès micaschistes migmatisés, plus grande abondance de l'épidote et surtout granitisation beaucoup plus importante et faciès ocellés développés" (p.5 TBG. 100) dans la série à épidote, ce qui s'accorde effectivement assez mal avec la définition de la série de Vavatenina, essentiellement micaschisteuse au Sud, et surtout avec la diminution générale d'Ouest en Est de la migmatisation (à l'inverse de la succession granites côtiers, migmatites internes observée au niveau de Soanierana-Ivongo) soulignée dans la zone micaschisteuse centrale de Vavatenina-Fénérive par

P.BUSSIERE (TBG.n°90 p.7) : "l'ensemble est constitué par des micaschistes francs à biotite, dans lesquels se sont injectés de façon concordante des bancs quartzo-feldspathiques. Ces bancs sont en général peu épais, ne dépassant pas le mètre. Vers l'Est, ces bancs n'existent pas et on a affaire à des micaschistes au sens strict. L'apport quartzo-feldspathique apparaît peu à peu lorsqu'on se déplace vers l'Ouest, devenant abondant par endroits, sans que dans aucun cas il ne dépasse proportionnellement la trame représentée par les micaschistes".

H.BESAIRIE, s'appuyant principalement sur la confirmation donnée par P.BUSSIERE, de la position discordante ou tout au moins supérieure de la série de Vavatenina est alors amené en 1964 dans sa synthèse au 1/1.000.000, par raison de continuité, à attribuer au Vohibory terminal la totalité des séries côtières, adoptant de ce fait l'hypothèse avancée plus haut d'un déversement général des séries graphiteuses occidentales sur les séries orientales (schéma planche 13).

C- Pétrographie.- 1- Ensemble micaschisteux proprement dit.- Les micaschistes qui caractérisent la série de Vavatenina affleurent largement aux abords mêmes de la ville. Toujours profondément altérés, on ne les observe généralement dans les arrachements récents que sous forme de latérites pulvérulentes à structure conservée, riches en mica altéré, de couleur rosâtre à rouge violacé, très caractéristique, généralement surmontées d'un horizon argileux latéritique de couleur rouge violacé également très typique.

Une coupe presque continue en est offerte entre autres par la piste de Vavatenina à Sahatavy par Ambohibe (25 km), ainsi que par les 40 km de la route de Vavatenina à Fénérive à l'Est.

Les faciès les plus répandus sont des micaschistes quartzeux à biotite, parfois en larges paillettes, mais le plus généralement à grain fin. La muscovite, parfois présente, est toujours subordonnée.

A.LACROIX donne une analyse du micaschiste de Takoandro (cap au Sud-Sud-Est de Fénérive) constitué de quartz, biotite, et d'un peu de muscovite, qui souligne le caractère très siliceux des termes communs de la série micaschisteuse.

| SiO ² | Al ² O ³ | Fe ² O ³ | FeO | MgO | CaO | Na ² O | K ² O | TiO ² | H ² O+ | H ² O- | Total |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------|
| 80,24 | 9,08 | 2,58 | 1,60 | 2,35 | 0,32 | 1,18 | 2,65 | 0,09 | 0,18 | 0,09 | 100,36 |

Ces résultats permettaient en outre à A.LACROIX de souligner dès 1923, l'origine sédimentaire de ces micaschistes "à partir d'un grès argileux métamorphisé, riche en alumine et magnésie" (Minéralogie de Madagascar Tome 2, p.501).

Les autres faciès présents dans la série micaschisteuse sont par ordre d'importance les micaschistes à grenat, les micaschistes souvent très quartzeux, à sillimanite ou à disthène, et en intercalations de répartition inégale dans la masse micaschisteuse, les biotitites quartzieuses et les micaschistes à fuschite (rares), les gneiss surmicacés (à épidote ou grenat), les niveaux amphiboliques, localement très abondants (notamment à l'Ouest de Vavatenina, à l'approche de la zone des gneiss de la Sahamana), et des niveaux de quartzites discontinus, blancs ou à minéraux.

Les micaschistes à grenat almandin, en grains millimétriques de couleur rouille parsemant l'ensemble de la roche sont fréquents à l'Ouest et au Nord-Ouest de Vavatenina. Un banc très quartzieux de ces micaschistes plus résistant à l'altération, peut être observé au bed-rock de la Sahavatoina, à la sortie Ouest de Vavatenina, à 20 km en aval du gué sur la piste de

Mahanoro.

Les micaschistes à sillimanite existent aussi dans les collines immédiatement au Nord de Vavatenina. La sillimanite y forme des alignements fusiformes d'agrégats de fibres blanchâtres altérées, associées à un peu de disthène, qui se détachent nettement sur le fond rouge sombre du micaschiste altéré. De nombreux autres niveaux, souvent à disthène et sillimanite associés, ont été identifiés, en association fréquente à des quartzites dans les micaschistes, au Nord-Ouest et surtout à l'Ouest de Vavatenina, aux abords de Sahatavy.

Des micaschistes à disthène seul, avec un peu de chlorocline et de muscovite, existent par contre dans la zone côtière : affleurement célèbre de la "piscine" de Fénérive entre autres : la biotite y domine toujours largement sur la muscovite, le disthène légèrement bleuté forme des agrégats de cristaux millimétriques dans la masse du micaschiste plissé ; localement les cristaux atteignent 2 à 3 cm au contact des veines quartzieuses interstratifiées.

Les biotitites forment des niveaux accidentels de quelques décimètres de puissance dans les micaschistes. Un seul indice de micaschiste à fuschite (éboulis de masses décimétriques à larges paillettes de fuschite verte associée à des quartzites également à fuschite) est connu (sur la piste de Sahatavy, à 2 km au Nord-Ouest d'Ambohibe).

Les intercalations gneissiques, pratiquement absentes sur la feuille Fénérive, à part quelques niveaux à biotite, amphibole ou épidote (exceptionnels dans un ensemble à caractère silico-alumineux dominant) deviennent fréquents sur la feuille Vavatenina : gneiss plagioclasiques banaux à biotite et hornblende, gneiss grenatifères et elles amorcent progressivement,

notamment sur les bordures Sud-Ouest, Ouest et Nord-Ouest de la structure synclinoriale majeure à dominance micaschisteuse développée sur la partie centrale de la feuille Vavatenina, entre Vavatenina et Sahatavy, le passage en continuité aux formations gneissiques à grenat et sillimanite de la vallée de la Sahamana.

Les intercalations quartzitiques les plus communes sont des quartzites blancs à gros grain, en bancs discontinus, de puissance métrique à décamétrique, avec accessoirement des niveaux à disthène, à sillimanite, à grenat, à muscovite, à magnétite. Il est difficile de préciser leur répartition dans la série. La masse micaschisteuse principale, entre Vavatenina et Fénérive, en est à peu près dépourvue. Les niveaux discontinus de puissance métrique de quartzites à grenat, disthène ou sillimanite ont surtout été rencontrés dans les micaschistes de l'Ouest et du Nord-Ouest de Vavatenina et dans les gneiss de la Sahamana au Sud.

Des niveaux de quartzites blancs plus importants jalonnent, dans la zone côtière au Nord de Fénérive, le contact avec l'Antongil ; mais c'est surtout dans les septa de gneiss et de micaschistes, des migmatites rubanées de la partie Sud de la feuille Fénérive, et plus au Sud sur la feuille Foulpointe, et notamment dans sa partie Sud-Est, que les niveaux quartzitiques, souvent à disthène, deviennent fréquents, en bancs de puissance souvent supérieure au décamètre et continues sur plusieurs dizaines de kilomètres.

Les intercalations amphiboliques et amphibolopyroxéniques sont surtout fréquentes dans les micaschistes au Nord-Ouest de Vavatenina et elles passent en continuité au Sud-Ouest aux intercalations identiques nombreuses dans les niveaux de gneiss de la Sahamana. Cette répartition préférentielle des amphibolites

dans le groupe des micaschistes feldspathisés de Fénérive avait d'ailleurs été remarquée par J. AUROUZE en 1951 qui différenciait nettement, sur sa carte, une zone riche en amphibolites couvrant la majeure partie de la feuille Vavatenina (schéma planche 13); c'est-à-dire la zone micaschisteuse de Vavatenina proprement dite (au Nord et à l'Ouest de Vavatenina) et la zone d'extension principale des gneiss de la Sahamana (au Sud-Ouest).

Une quantité variable de diopside plus ou moins ferrifère s'associe généralement à la hornblende (dans un fond granoblastique homogène, sans aucun caractère "résiduel" apparent de la part du pyroxène) notamment dans les niveaux massifs et mélanocrates. Comme types on peut citer :

X.5728 - Piste Sahatavy-Ambohibe, 800 m Est Saharongana en X=960,2 et Y=674,9 ; amphibolite à pyroxène.

Texture massive, structure granonématoblastique.

Hornblende verte largement dominante. Granules de diopside rares. Plagioclase andésine An.40. Quelques grains de quartz.

X.5712 - 800 m Sud Andratambe en X=952,6 et Y=670.

Amphibolopyroxénite à grenat.

Hornblende verte, diopside, grenat, sphène, apatite, andésine labrador.

Cette répartition préférentielle des niveaux amphiboliques et amphibolopyroxéniques à l'Ouest, alors que les micaschistes de la partie orientale sont plutôt gréseux (analyse type citée de A.LACROIX), paraît ainsi reproduire, de façon plus atténuée, mais sur une plus vaste région, une évolution comparable à celle des synclinaux de la série supérieure du Mahakiry et de la Sahantaha.

Cette constatation, avec les considérations de gisement et de structure (passages progressifs à des niveaux gneissiques banaux, structure granoblastique homogène, y compris pour les faciès amphibolopyroxéniques) milite, semble-t-il en faveur d'une origine paragneissique de ces amphibolites. On peut noter aussi la différence des ortho-amphibolites grenatifères de l'Antara et de l'Andondona, situés dans un contexte comparable de gneiss et de micaschistes à disthène et sillimanite, l'absence des faciès à hypersthène et de tout niveau noritique résiduel sur la majeure partie de la feuille Vavatenina, alors qu'au Sud dans les migmatites d'Ambodiriana, et à l'Ouest dans les migmatites rubanées de la falaise, et au niveau de l'Alaotra Beforona, les pyroxénites et amphibolopyroxénites grenatifères, à structure résiduelle de roches gabbroïques, soit à hypersthène, soit à augite diallage, deviennent au contraire fréquentes.

Les premiers faciès à structure résiduelle évidente de roches magmatiques apparaissent ainsi dans les gneiss de la Sahamana, à l'extrémité Sud de la feuille Vavatenina, et dans le prolongement de "lentilles" identiques qu'immédiatement au Sud R.GIRAUDON, sur les feuilles Antanamalaza-Foulpointe, considère comme caractéristiques des niveaux orthopyroxéniques et ortho-amphiboliques plus ou moins transformés que, sous le nom de "série basique de la Rianila" (Thèse Clermont 1960 p.53), il sépare du fond migmatitique indifférencié de la série d'Ambodiriana.

Sur les 4 échantillons que nous avons recueillis sur la lentille du Sud de la feuille Vavatenina, à quelques dizaines de mètres de distance, 500 m au Sud du confluent Sahamana-Ambo-diasimbe, le premier X.5708, correspond à une amphibolopyroxénite grenatifère massive, à structure à résidus type, à gros phénocristaux automorphes de plagioclase basique à macles irrégulières (cataclase) plus ou moins zonés, et bordé d'une couronne

de grenat. Pyroxène monoclinique résiduel (en voie d'ouralitisation), hornblende verte abondante, un peu de quartz. Dans le second, X.5709, la structure tend à devenir granoblastique, les grands plagioclases automorphes étant remplacés par des agrégats de granules diversement orientés toujours bordés d'une couronne irrégulière de grenat, le pyroxène monoclinique, entouré de hornblende, garde néanmoins le même aspect résiduel.

Par contre, les deux échantillons suivants, X.5710 et X.5711, le premier grenatifère, le second uniquement amphibolopyroxénique, ont une structure entièrement granoblastique avec des "granules" de diopside noyés dans un fond homogène à plagioclase basique équigranulaire, hornblende très dominante, granules dispersés de grenat poecilitique, quartz rare, et au microscope, rien ne les différencie des niveaux amphibolopyroxéniques communs de la série de Vavatenina.

Il est donc en définitive, difficile de se faire une opinion valable sur la pétrogénèse de la totalité des niveaux d'amphibolopyroxénites granoblastiques communs dans la partie Ouest de la série de Vavatenina. Les arguments structuraux et minéralogiques ne sont pas totalement déterminants et nous ne disposons en plus d'aucun renseignement sur le chimisme de ces formations. Et c'est seulement, comme nous l'avons dit plus haut, les considérations très générales sur l'évolution géochimique régionale apparente des diverses "séries supérieures" qui nous font supposer une origine plutôt paragneissique pour la majorité des amphibolopyroxénites de la série de Vavatenina.

2- Gneiss de la Sahamana. - La zone d'affleurement principale se situe dans la moitié Sud de la feuille Vavatenina : vallées de la Sahamana, de la Sahambendrana, de la Manambitanona. Cet ensemble de la Sahamana peut se définir comme un fond de gneiss

plagioclasiques banaux à biotite ou biotite amphibole, ou grenatifères, à biotite, amphibole ou pyroxène, avec très accessoirement quelques niveaux à tendance hololeucocrate, toujours à dominance plagioclasique, et des intercalations diverses nombreuses : quartzites à minéraux (disthène, sillimanite, grenat), amphibolites et amphibolopyroxénites, presque toujours grenatifères, grenatites quartzeuses, micaschistes et niveaux variés (quartzites, micaschistes, gneiss) à graphite accessoire.

La plupart de ces intercalations sont identiques à celles trouvées dans la série micaschisteuse de Vavatenina proprement dite ; tandis que l'apparition de bancs graphiteux et hyperalumineux dans un fond de gneiss à biotite fréquemment grenatifères, reproduit les associations typiques des gneiss du groupe du Manampotsy, caractéristiques à l'Ouest et au Sud-Ouest, dans la région de Tamatave, des formations les plus classiques du système du Graphite.

Les gneiss plagioclassiques à biotite ou à biotite amphibole sont les termes les plus communs. Les faciès sont très divers : gneiss homogènes ou à tendance rubanée, plus ou moins riches en biotite, gneiss à amphibole dominante, souvent rubanés, gneiss plagioclasiques pratiquement leucocrates, plus rares. En voici quelques types :

X.5739.- Gneiss à biotite provenant de la vallée de la Saranindona, au Sud de la feuille Vavatenina. C'est un gneiss à tendance rubanée, contenant environ 20 % de biotite en paillettes millimétriques. Ce faciès, très commun dans les niveaux de la Sahamana, montre au microscope, outre la biotite, un peu d'apatite, et en proportions pratiquement identiques, quartz et oligoclase. La structure est granoblastique, isogranulaire.

X.5875.- Gneiss à biotite et amphibole, faciès également fréquent dans les niveaux de la Sahamana, recueilli dans la vallée du Manambato à la limite des feuilles Vohimenakely et Vavatenina (X=968,8 et Y=670,2). C'est une roche de texture homogène, à orientation nette. Les ferromagnésiens, biotite et amphibole, représentent environ 40 % de l'ensemble, la biotite en larges paillettes (1 à 2 mm) domine largement sur la hornblende en éléments plus fins. Les éléments leucocrates sont le plagioclase (oligoclase andésine) très dominant et le quartz.

X.5847 en X=945,500 et Y=675,5 (Sud de la feuille Vavatenina) est un gneiss à biotite et amphibole à "faciès légèrement migmatitique". La texture est franchement orientée, la structure granolépidoblastique homogène. La biotite, environ 25 %, domine très nettement sur la hornblende verte. Apatite et sphène rares. Plagioclase (oligoclase) toujours abondant, quartz et plages interstitielles de microcline à contour "envahissant" classique avec développement de myrmékite au contact du plagioclase.

X.5967 prélevé à 600 m au Sud-Sud-Ouest de Sakana (piste Vohibinany à Ampatsy au Nord du Maningory en X=974 et Y=676) c'est-à-dire à proximité du contact avec le groupe de l'Antongil, représente un faciès plus rare de gneiss presque hololeucocrate. La structure est granoblastique homogène, la texture orientée peu marquée. La biotite représente à peine 5 % de l'ensemble et le plagioclase (oligoclase andésine) est toujours l'élément leucocrate dominant, auquel s'ajoute du quartz.

Les gneiss grenatifères à biotite ou à biotite amphibole, plus rarement à pyroxène, sont également très nombreux dans les niveaux gneissiques du Sud de la feuille Vavatenina, ainsi que dans les nombreux septa de gneiss de la Sahamana, qui subsistent comme nous le verrons plus loin, dans les migmatites rubanées de

la falaise et de la région d'Ambodiriana.

X.5721 (vallée de la Sahamana au Sud de Manakambahiny en X=945,100 et Y=668,5) correspond au type banal, homogène, à structure granoblastique isogranulaire, riche en plagioclase (oligoclase) avec quartz, grenat almandin, et biotite rare.

X.5705 (vallée de la Manambitanona à 1 km au Nord d'Ambatofotsy, en X=945,4 et Y=672) représente un type mélanocrate homogène à grenat rare, biotite et amphibole abondante, un peu de quartz, plagioclase oligoclase andésine, qui semble constituer sur le terrain un terme de passage à des amphibolites grenatifères auxquelles il est étroitement associé.

X.5737 (piste Ankosy-Ambodirafia, dans la traversée de la rivière Matoazona en X=970,5 et Y=668,2) est un type des gneiss plagioclasiques à pyroxène et grenat communs à l'Ouest dans les septa de la série migmatitique en association avec les amphibolites et amphibolopyroxénites à grenat. En lame mince, on trouve, outre du diopside, de la hornblende verte, du plagioclase andésine largement dominant, du quartz, des paquets de sphène, du grenat peu abondant. Structure granoblastique isogranulaire normale.

X.5723 (vallée de la Sahamana en X=953,500 et Y=670,200) représente enfin un faciès plus leucocrate à grenat, biotite et amphibole rares qui en lame mince montre grenat poecilitique (granules de quartz), biotite et amphibole rares dans un fond de granules de plagioclase séricitisé avec des plages de quartz engrené d'aspect tardif (insinuant). Ces deux derniers caractères pouvant s'interpréter classiquement comme la marque d'une métasomatose silicopotassique tardive.

A.LACROIX donne trois analyses de gneiss recueillis sur la piste de Vavatenina au lac Alaotra qui correspondent aux faciès plagioclasiques communs à biotite et amphibole décrits ci-dessus. En voici les résultats :

| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | H ₂ O ⁺ | H ₂ O ⁻ |
|---|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 59,44 | 14,19 | 2,71 | 6,10 | 3,27 | 5,78 | 3,58 | 2,40 | 1,38 | 0,71 | 0,46 | 0,08 |
| 2 | 64,08 | 15,62 | 1,87 | 3,72 | 1,94 | 4,40 | 4,27 | 3,15 | 0,42 | 0,18 | 0,42 | 0,14 |
| 3 | 74,72 | 10,58 | 1,84 | 2,91 | 0,89 | 2,88 | 2,71 | 1,57 | 1,19 | 0,18 | 0,51 | 0,11 |

Le premier échantillon (1 : analyse 923, tome 2, p.485) recueilli à Tsarasambo est un gneiss rubané à hornblende verte, biotite, plagioclases dominants, et quartz.

Le second (2 : analyse 121, tome 2, p.485) recueilli à Anosibe à l'Ouest de Mahambo est également un gneiss à biotite et amphibole.

Le troisième (3 : analyse 136, tome 2, p.507) recueilli à Salangina sur la bordure Ouest de la feuille Vavatenina correspond à un faciès très riche en biotite.

Ces analyses font ressortir l'assez grande diversité géochimique du matériel auquel des gneiss mais ce qui peut être souligné c'est leur caractère calco-sodique marqué (CaO compris entre 3 et 6 % environ et moyenne du Na₂O proche de 3,5 %) qui s'accorde avec la composition plagioclasiique générale et qui s'oppose immédiatement aux teneurs pour les mêmes éléments, de l'échantillon type de micaschiste de Vavatenina cité plus haut Na₂O = 1,18 et surtout CaO = 0,32.

La comparaison entre l'échantillon 3 ci-dessus et l'échantillon de ce micaschiste est aussi assez démonstrative : teneurs relatives en SiO₂, Al₂O₃ et fer total pratiquement équivalentes,

mais teneurs beaucoup plus faibles du micaschiste en éléments calco-sodiques (9 fois moindre pour le CaO) et à l'inverse teneur plus forte (triple) en MgO et en K_2O (près du double). Ces constatations sont intéressantes car elles suggèrent une explication satisfaisante du passage dans la zone interne de Vavatenina des micaschistes aux gneiss de l'Ouest.

En effet, si on se reporte à la limite générale du disthène et de la sillimanite portée sur la carte hors texte, on voit que cette limite, dans la zone Ouest de Vavatenina, correspond pratiquement à la limite Ouest des micaschistes. Les micaschistes de Vavatenina recouvrent donc ici la presque totalité de la zone B_{2-2} à disthène et sillimanite (soit la zone des gneiss supérieurs dans la terminologie de JUNG et ROQUES) tandis que dans la zone côtière, à staurotide, disthène et accessoirement chlinochlore, les mêmes niveaux à orientation générale Est-Ouest correspondaient effectivement à des micaschistes "zonéographiques" au sens de JUNG et ROQUES.

Il est donc très probable que l'analyse type de micaschiste de Vavatenina donnée par A. LACROIX doit être réellement représentative des caractères géochimiques généraux de la série micaschisteuse : les micaschistes "zonéographiques" de la zone côtière passant ainsi progressivement à l'Ouest à des micaschistes "géochimiques" restés micaschistes dans la zone des gneiss, car pratiquement dépourvus d'éléments calco-sodiques, ils n'ont pu, de toute évidence, se comporter autrement.

Indirectement, la mise en évidence de cet enrichissement probable en calcium de la série de Vavatenina au sens large (micaschistes et gneiss de la Sahamana) d'Est en Ouest apporte, enfin, un argument en faveur de l'hypothèse exposée plus haut d'une origine paragneissique des amphibolites et amphibolopyroxénites grenatifères incluses dans la partie Ouest de la série micaschisteuse.

La plupart des intercalations des gneiss de la Sahamana sont identiques à celles des micaschistes de la zone interne, mais avec l'augmentation du métamorphisme vers l'Ouest, les pyroxénites et amphibolopyroxénites grenatifères tendent à se substituer aux niveaux amphiboliques, en même temps que le disthène disparaît totalement dans les niveaux hyperalumineux du Sud de la feuille Vavatenina et de la zone interne d'Ambodiriana, au profit de la sillimanite.

Les intercalations les plus typiques du Sud de la feuille Vavatenina dans les vallées de la Sahamana, de la Manambitanona, et de la Sahambendrana sont ainsi les quartzites à sillimanite et grenat, des grenatites quartzeuses ou pyroxéniques, et des niveaux de micaschistes à sillimanite et grenat, de puissance réduite à l'extrémité Sud de la feuille, mais dont l'importance et le nombre augmente ensuite vers le Nord où ils viennent se confondre progressivement, au niveau du méridien de Sahatavy, dans la masse micaschisteuse principale, à disthène et sillimanite accessoires, qui occupe la partie médiane de la feuille Vavatenina, soulignant le passage latéral très net, dans ce secteur, géochimique et zonéographique des gneiss plagioclasiques et grenatifères, et amphibolopyroxéniques, à intercalations micaschisteuses à sillimanite et grenat, de la Sahamana (zone B₂₋₃ à sillimanite et grenat) aux micaschistes hypocalciques à disthène et sillimanite (zone B₂₋₂) de la série micaschisteuse de Vavatenina proprement dite.

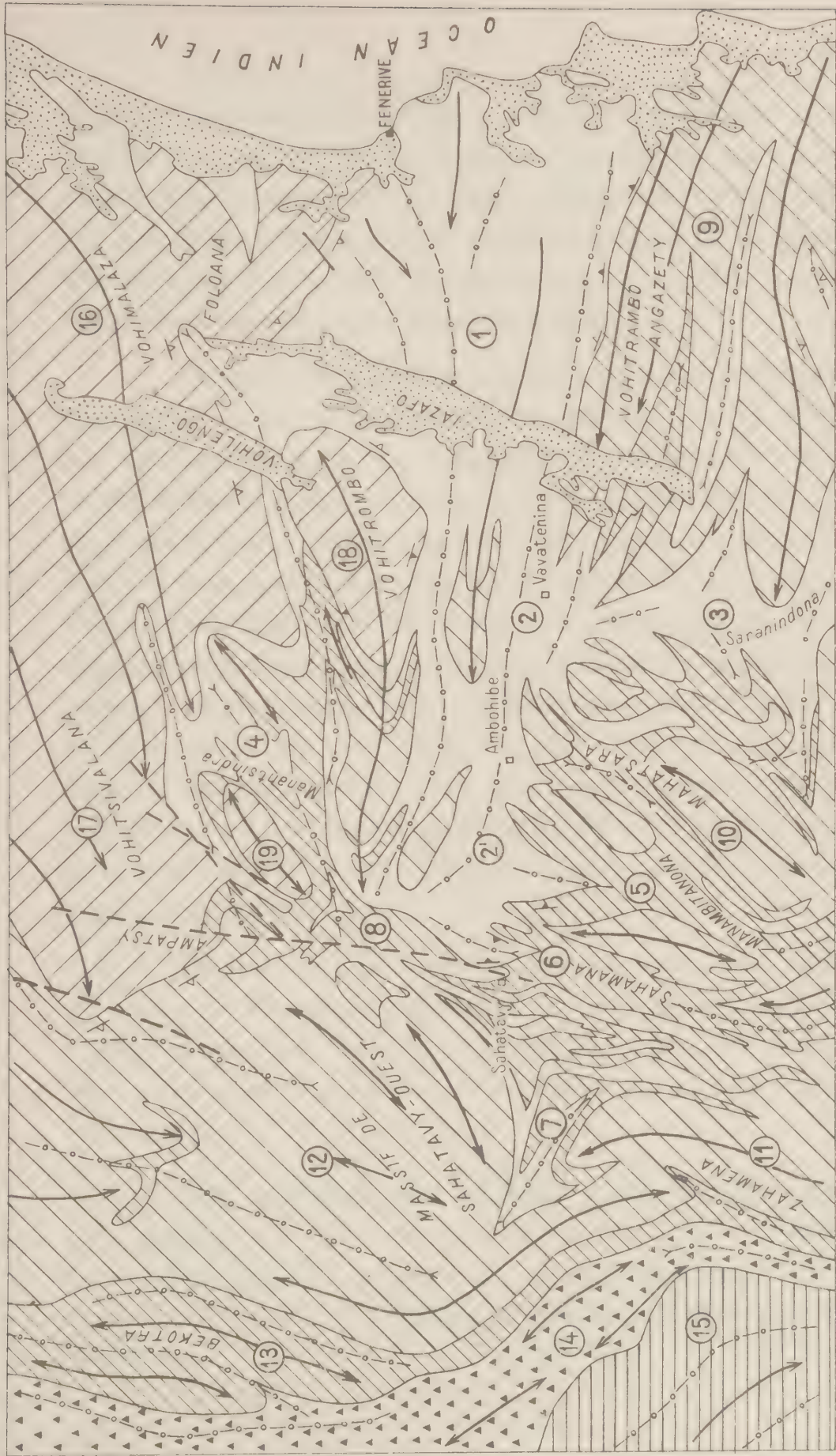
A l'extrémité Sud-Ouest de la feuille Vavatenina, le graphite existe en traces, dans quelques niveaux quartzitiques ou micaschisteux à sillimanite et grenat, dans la continuité exacte (voir carte hors texte) des gneiss et quartzites à grenat, graphite et sillimanite déjà différenciés par R.GIRAUDON dans la partie Nord-Ouest de la feuille Antanamalaza. On a donc

également ici le passage évident, en continuité des gneiss de la vallée de la Sahamana et de la Manambitanona, aux niveaux graphiteux les plus typiques (khondalites, quartzites à sillimanite et grenat parfois graphite) qui caractérisent au Sud-Ouest le groupe du Manampotsy dans la région de Tamatave.

D- Analyse structurale et rapports avec les migmatites rubanées à l'Ouest et au Sud et le groupe de l'Antongil au Nord, - 1- Aperçu structural d'ensemble (planche 14). - Les micaschistes du centre de la feuille Fénérye, à l'Est de la plaine de l'Iazafo, correspondent à un synclinorium dissymétrique (1) d'orientation Est-Ouest dominante, dont le flanc Nord se superpose normalement, en première approximation (pendages Sud compris entre 25 et 40 % de part et d'autre de la zone de contact), aux migmatites oeilées à épidote du groupe d'Antongil du tiers Nord de la feuille Fénérye (dômes du Vohimalaza et du Foloana : 16).

Le flanc Sud, au contact de l'anticlinorium complexe de migmatites rubanées du Vohitrambo-Angazety (9) est au contraire très redressé avec des pendages oscillant autour de la verticale montrant cependant un groupement préférentiel des pendages normaux (70° à 80° Nord), à l'Est, et une tendance au déversement plus accusé (pendages subverticaux Sud) à l'Ouest de part et d'autre de la plaine de l'Iazafo.

Dans le synclinorium micaschisteux proprement dit, la structure de détail est difficile à démêler : variations rapides des directions, alternances de zones tabulaires à plissement complexe et de zones subverticales. Les migmatites rubanées, de faciès identiques à celles de la bordure Sud réapparaissent en deux points (non indiqués sur l'esquisse à petite échelle de la planche 14) au coeur de petits replis anticlinaux. Mais il n'est pas évident que ces formations marquent la base de



Série pyroxéno-amphibolique du BEFORONA-ALAOATRA

Migmatites du BRICKAVILLE et LEPTYNITES

Migmatites rubanées (Adiriana).

Micaschistes de Vavatenina

Gneiss de la Sahamana et du BEKOTRA

Groupe de l'Antongil

Alluvions et sables

0 5 10Kms.

Synclinal

Anticlinal

SERIE DE VAVATENINA

Grands traits structuraux

14

la formation micaschisteuse : des intercalations identiques existent en effet sur la feuille Vavatenina dans la masse micaschisteuse principale, de même comme nous le verrons plus loin, que les migmatites à trame micaschisteuse de la bordure de l'anticlinorium du Vohitrambo Angazety au sud, dérivent vraisemblablement de la série micaschisteuse.

La puissance maximale de la série micaschisteuse, contrairement à celle des ensembles gneissiques ou micaschisteux des synclinoriaux de la Sahatantaha, du Mahakiry ou de l'Antenina-Andondona, lithologiquement bien délimités, est donc difficile à apprécier. La base en est incertaine et le sommet inconnu. On peut seulement avancer, qu'en adoptant le schéma structural le plus simpliste (c'est-à-dire en supposant que les bancs migmatitiques en dômes anticlinaux dans le synclinorium correspondent grossièrement aux migmatites du flanc Sud) qu'une puissance moyenne de l'ordre du km pour l'horizon micaschisteux "non migmatisé" suffirait à expliquer, compte tenu du style de plissement, l'extension maximale (12 à 15 km à l'affleurement) atteinte dans la partie médiane de la feuille Fénérive par la partie micaschisteuse.

Rappelons que la puissance moyenne des formations ectinitiques de Sahantaha-Mahakiry et de l'Antenina a été estimée inférieure ou de l'ordre de 2 km. Un tel chiffre paraît également raisonnable pour les formations micaschisteuses décrites ci-dessus.

Les synclinoriaux de Vavatenina-Ambohibe-Sahatavy (2)-(2') dans la partie centrale de la feuille Vavatenina), de la Manantsindrana (4) au Nord et de la Saranindona (3) au Sud font directement suite à l'Ouest au synclinorium micaschisteux de Fénérive.

Les synclinoriaux de Vavatenina-Ambohibe-Sahatavy (2-2') et de la Saranindona (4) sont essentiellement micaschisteux et il semble que les principales masses micaschisteuses, affleurant dans l'axe de ces synclinoriaux, se superposent à première vue, aux gneiss des sillons synclinaux de la Sahamana (6) et de la Manambitanona (6) ainsi qu'aux migmatites rubanées et aux gneiss de la bordure Est et Nord-Est du Mahatsara (10).

Ce schéma est en réalité plus complexe. Au Sud de Sahatavy le long de la vallée de la Sahamana, de nombreux bancs micaschisteux subsistent en fait, inséparables de la masse gneissique principale, dans les gneiss plagioclasiques à grenat sous-jacents, associés à des intercalations de migmatites rubanées, à trame surmicacée ou gneissique. Les intercalations les plus importantes de la vallée de la Sahamana ont été reproduites sur le schéma de la planche 15. Le même phénomène existe le long de la vallée de la Manambitanona. Tandis que sur la bordure Nord-Est de Mahatsara, les successions répétées de formations migmatitiques, gneissiques et micaschisteuses à pendage Ouest dominant, ne permettent plus, à vrai dire, d'en démêler dans le détail les positions structurales relatives. Et les contours capricieux des principales unités lithologiques, qui subsistent sur une carte à petite échelle, comme celle de la planche 15, traduisent bien la difficulté qu'il y a d'essayer de faire coïncider dans ce secteur, lithologie et structure à partir de levés pourtant réalisés à l'échelle du 1/50.000.

L'analyse plus détaillée de la partie Nord et Ouest du synclinorium de Vavatenina-Sahatavy et de celui de la Manantsindia (4) permet en fait de mettre en relief plusieurs points intéressants.

Au Nord d'Ambohibe-Vavatenina, une première ride anticlinale fait ainsi affleurer les migmatites rubanées à trame sur-

micacée au sein des micaschistes à disthène sillimanite, sans interposition de niveaux gneissiques notables. A peu près au niveau de Vavatenina, cette migmatisation s'estompe ensuite progressivement vers l'Est autour de ce même axe anticlinal qui reste encore bien marqué, bien qu'entièrement constitué de micaschistes, de part et d'autre de la plaine de l'Iazafo. Il semble donc manifeste que les faciès migmatitiques développés sur la partie Ouest de l'anticlinal ne représentent ici qu'un niveau intercalaire qui disparaît dans la série micaschisteuse orientale.

L'imbrication des différents faciès lithologiques est encore plus nette au Nord, le long de l'axe anticlinal du Vohitrambo (18), qui sépare le synclinorium de Vavatenina-Aambohibe du synclinorium de la Manantsindra.

L'anticlinal du Vohitrambo prend naissance à l'Est sur un noyau de migmatites ocellées à épidote, à intercalations gneissiques, que nous attribuons au groupe de l'Antongil. Ce noyau migmatitique est ceinturé de toutes parts (sauf sur une petite partie du flanc Nord) par les micaschistes de Vavatenina. Sur son flanc Est, ces micaschistes forment en particulier une bande continue, à intercalations amphiboliques grenatifères, d'environ 1 km de largeur à l'affleurement. On trouve ensuite vers l'Ouest une première bande migmatitique, qui trouve son maximum d'épaississement au niveau de la zone axiale de l'anticlinal, et s'effiloche au contraire très rapidement au Nord et au Sud, dans la ceinture gneissique ou micaschisteuse du noyau du Vohitrambo. Ces migmatites sont pour l'essentiel des faciès rubanés à trame très micacée avec accessoirement quelques niveaux de gneiss ocellés fusiformes observables en particulier aux abords d'Anjahambe et le long de la route Vavatenina-Anjahambe ; gneiss ocellés également très micacés, et de ce fait

d'aspect assez différent des faciès granitoïdes à épidote et à gros grain du dôme de Vohitrambo, à l'Est.

Au delà de cette première bande migmatitique, on trouve une bande à dominance gneissico-micaschisteuse de 100 à 500 m de puissance à l'affleurement qui vient se confondre au Sud dans les micaschistes du flanc Nord du synclinorium de Vavatenina et au Nord, dans les gneiss du synclinorium de la Manantsindra.

Une importante zone de migmatites rubanées se développe ensuite sur 5 à 6 km le long de l'axe anticlinal, avec une largeur moyenne de 3 km. Les migmatites sont ici typiquement des faciès rubanés, à trame gneissique mésocrate, à grain fin ou surmicacé.

Cet axe migmatitique s'ennoye à l'Ouest (détail planche 15) dans les importants niveaux micaschisteux (avec quelques intercalations gneissiques et migmatitiques) du flanc Nord-Ouest du synclinal de Vavatenina, tandis que la zone surtout gneissique (8) à intercalations migmatitiques et amphiboliques, qui fait suite à des micaschistes au delà de la Sahatavy jusqu'au niveau de la feuille d'Ampatsy, dans la zone de convergence principale des axes synclinaux de Vavatenina-Ambohibe et de la Manantsindra, paraît de toute évidence avec ses pendages Ouest constants inférieurs dans l'ensemble à 45°, devoir se superposer normalement aux micaschistes précédents.

Dans le synclinorium de la Manantsindra au Nord, l'imbrication des faciès gneissiques et micaschisteux est aussi complexe, avec cependant une concentration nette des niveaux gneissiques au Sud et à l'Ouest. Les trois axes synclinaux principaux du synclinorium prenant en effet naissance à l'Est au niveau de formations micaschisteuses directement superposées au groupe de l'Antongil. Au Sud-Ouest, les principales masses gneissiques 19 et 19' à l'Est (autour du dôme de migmatites ocellées de l'Antsiatsiaka rapporté à l'Antongil à l'Ouest) semblent bien

occuper une position anticlinoriale d'ensemble par rapport aux micaschistes de la zone axiale mais viennent se fondre ensuite dans la masse gneissique de l'Ouest de la Sahatavy (8) apparemment superposée aux micaschistes du synclinorium de Vavatenina.

Enfin, plus à l'Ouest, le synclinorium de Salangina (7) à l'Ouest de Sahatavy fait réapparaître encore d'importantes masses de micaschistes et de gneiss à sillimanite et grenat. Il faut noter surtout ici que les micaschistes et les gneiss se situent franchement dans la zone B₂₋₃ à sillimanite et grenat et qu'en plus, une simple ride anticlinale migmatitique (3 km de largeur moyenne à l'affleurement) sépare en particulier les gneiss et les micaschistes de la bordure occidentale du synclinorium de Salangina de la bande des gneiss à grenat et graphite du Bekotra (13) prolongement exact des niveaux types du Manampotsy de la région de Tamatave.

2- Conclusion : passage latéral des micaschistes de Vavatenina aux gneiss de la Sahamana. - Les principales unités synclinoriales à l'Ouest de l'Iazafo montrent le passage en continuité vers l'Ouest des micaschistes seuls représentés ou prédominants à l'Est aux gneiss de la Sahamana.

Dans la partie centrale des unités synclinoriales, les principales masses micaschisteuses se superposent bien, en règle générale, aux niveaux gneissiques ; mais sur les bordures occidentale et orientale, les mêmes gneiss s'intercalent à divers niveaux dans les micaschistes en les surmontant même de façon indubitable comme dans la zone de convergence commune des synclinoriaux de Vavatenina-Ambohibe et de la Manantsindra, à l'Ouest du Vohibinany (8).

Cette disposition ne peut s'expliquer que par le passage latéral en continuité des micaschistes orientaux aux gneiss de l'Ouest. Ce passage latéral est confirmé au Sud de Sahatavy dans les synclinaux gneissiques de la Sahamana et de la Manambitanona, par la présence d'intercalations micaschisteuses persistant au sein de la masse gneissique, abondantes au Nord, à proximité de la masse micaschisteuse principale, et se réduisant progressivement vers le Sud, alors que la présence de bancs intercalaires (quartzites et amphibolites) communs aux micaschistes et aux gneiss, assure la continuité exacte entre les deux ensembles.

Nous avons vu au cours de la description pétrographique, que les faciès micaschistes persistaient, dans la région de Vavatenina, dans la totalité de la zone à disthène sillimanite soit dans la zone des gneiss supérieurs de JUNG et ROQUES, et même, (dans le synclinal de la Salangina et dans les niveaux intercalaires de la vallée de la Sahamana) dans la zone à sillimanite et grenat (gneiss inférieurs).

L'hypothèse d'une variation géochimique originelle, pour expliquer le passage latéral des gneiss internes aux micaschistes côtiers s'impose donc. Les quelques analyses que nous avons citées au cours de la description pétrographique, en mettant l'accent sur le caractère calco-sodique des gneiss internes, en opposition avec le caractère hyposodique et surtout hypocalcique du micaschiste côtier type, cité par A. LACROIX "à composition de grès arkosique alumineux et magnésien", apportent un argument de poids en faveur de cette hypothèse géochimique, qui aurait néanmoins gagné à pouvoir s'appuyer sur des résultats analytiques plus étoffés.

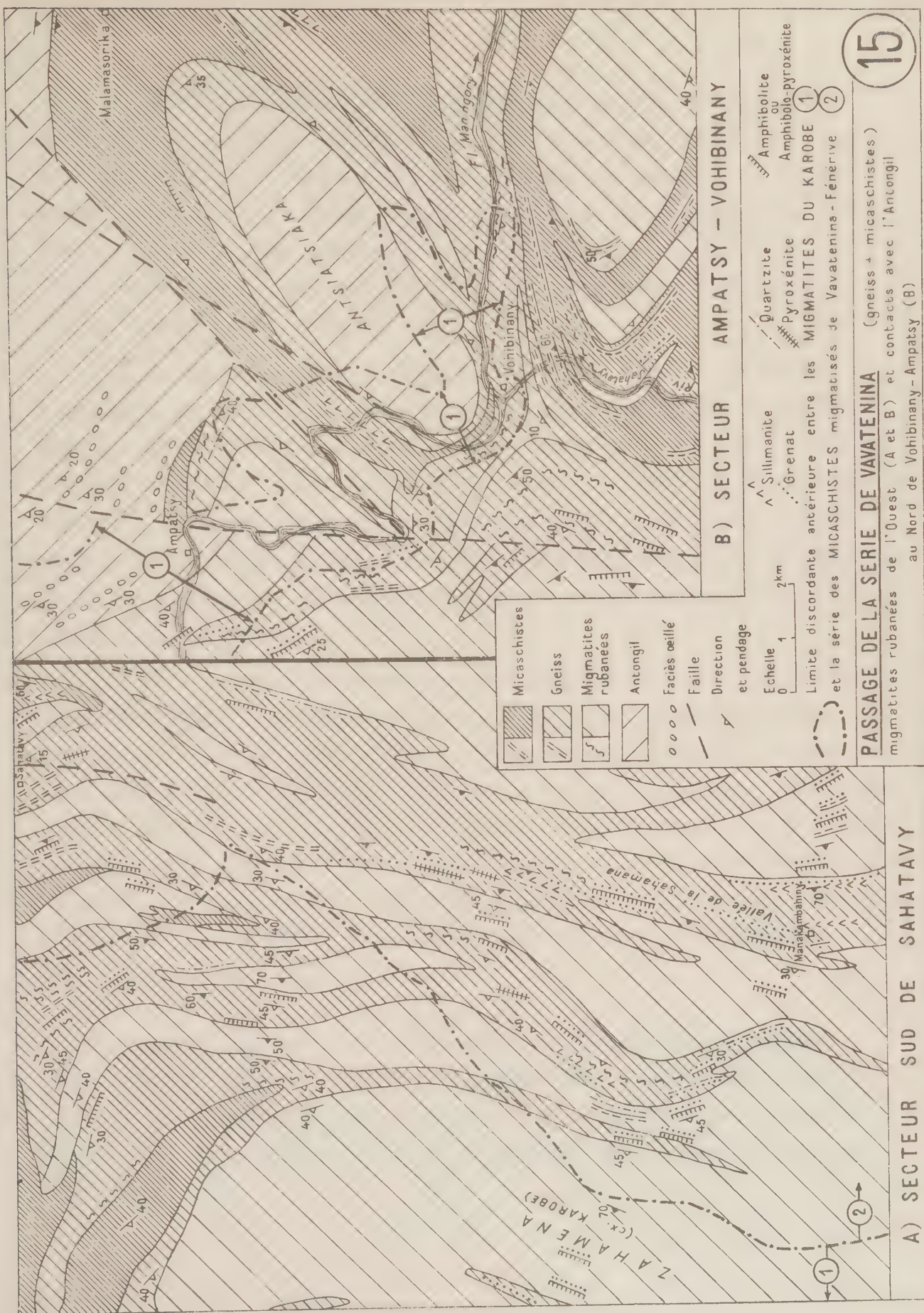
Il faut noter que cette hypothèse du passage en continuité de faciès "arkosiques" orientaux à des termes calciques occidentaux de faciès plus profonds s'accorde aussi très bien

avec les successions différenciées décrites précédemment, d'Est en Ouest, dans les synclinaux de Sahantaha et du Mahakiry et à un moindre degré, dans la région d'Antenina.

3- Passage de la série de Vavatenina (gneiss et micaschistes) aux migmatites rubanées de l'Ouest et du Sud.- La conception antérieure simple d'une série orientale de micaschistes discordante sur les migmatites de l'Ouest ne peut plus être conservée. Un coup d'oeil aux schémas de la planche 15, sur lesquels sont portées les limites antérieurement admises pour la série migmatitique occidentale (dite du Karobe) et les micaschistes, dans les régions Sud de Sahatavy et au niveau du "rentrant" de Vohibinany, souligne assez la différence entre cette cartographie et celle, plus complexe, mais sans doute plus proche de la réalité, que nous proposons actuellement.

Nous avons eu l'occasion, au cours de l'analyse structurale d'ensemble, de décrire, l'existence d'intercalations migmatitiques, aussi bien dans les gneiss que dans les micaschistes, notamment par exemple dans la description de la couverture micaschisteuse de l'anticlinal du Vohitrambo, et de la zone gneissique de l'Ouest de la Sahatavy, en contrebas de la faille de l'Ampatsy.

Le schéma de la zone Sud de Sahatavy (planche 15) déjà très simplifié par rapport à la carte au 1/50.000 réalisée (seules les intercalations les plus importantes ont été représentées) fournit également (bien que le style isoclinal à déversement qui prédomine ici permette d'envisager aussi pour les niveaux les plus importants, l'hypothèse d'écailles successives de migmatites dans les gneiss) la preuve de l'existence d'intercalations migmatitiques concordantes indiscutables de puissance très variable qui passent progressivement, sur leurs bordures, aux gneiss encaissants.



- | | |
|--|----------------------|
| | Micaschistes |
| | Gneiss |
| | Migmatites rubanées |
| | Antongil |
| | Faciès oeilé |
| | Faille |
| | Direction et pendage |
| | Echelle |

0 1 2 km

Limite discordante antérieure entre les MIGMATITES DU KAROBE et la série des MICASCHISTES migmatisés de Vavatenina - Fénerive

B) SECTEUR AMPATSY - VOHIBINANY

- | | |
|--|-------------------------------------|
| | Quartzite |
| | Pyroxénite |
| | Amphibolite ou Amphibolo-pyroxénite |

15

PASSAGE DE LA SERIE DE VAVATENINA

(gneiss + micaschistes)
migmatites rubanées de l'Ouest (A et B) et contacts avec l'Antongil
au Nord de Vohibinany - Ampatsy (B)

A) SECTEUR SUD DE SAHATAVY

Enfin, immédiatement à l'Est d'Ampatsy, sur la rive gauche du Maningory (comme le montre le schéma du secteur Ampatsy-Vohibinany de la planche 15), existe un lambeau de migmatite en superposition géométrique apparente sur les gneiss, c'est-à-dire dans la même position que se trouvent ces derniers, immédiatement au Sud, par rapport aux micaschistes du synclinorium de Vavatenina-Ambohibe.

On aboutit ainsi, dans toute cette région, avec des arguments géométriques identiques à ceux développés pour le passage en continuité des gneiss aux micaschistes, et en faisant abstraction pour l'instant de toute conception pétrogénétique, à la conclusion qu'il existe de toute évidence un passage latéral en continuité des migmatites rubanées de la falaise à une partie au moins des gneiss et des micaschistes de la série de Vavatenina.

Sur les parties Sud des feuilles Vavatenina et Fenérive, on peut multiplier également les exemples d'intercalations gneissiques et micaschisteuses concordantes, dans un contexte de migmatites rubanées dominantes, à trame surmicacée ou gneissique. Et nous ne faisons d'ailleurs que retrouver ici la définition antérieure que donne, immédiatement au Sud R.GIRAUDON de la série d'Ambodiriana, comme un ensemble de migmatites rubanées (largement dominantes) gneiss et micaschistes concordants, indifférenciables.

4- Passage de la série de Vavatenina au Nord, au groupe de l'Antongil..- Dans ce qui précède, nous nous sommes efforcés de montrer que la discordance envisagée par les premiers auteurs entre les micaschistes et les migmatites de l'Ouest n'existait sans doute pas.

A l'inverse, nous serions heureux maintenant de pouvoir retrouver cette discordance au Nord, au contact des micaschistes et des migmatites de l'Antongil.

En effet une série d'observations concordantes (même disposition synclinoriale d'ensemble, composition et évolution lithologique comparables, passage au même complexe migmatitique à l'Ouest et surtout passage en continuité obligatoire, dans la partie Nord-Ouest de la feuille Vavatenina, de la série d'Antenina à la série de Vavatenina), nous obligent à assimiler stratigraphiquement la série de Vavatenina aux séries ectinitiques déjà décrites de Sahantaha et d'Antenina.

Or, ces deux séries ectinitiques se différencient, généralement, du groupe de l'Antongil par une discontinuité lithologique et structurale indiscutable. Nous allons voir cependant que si la discontinuité lithologique existe le plus souvent au contact de l'Antongil et de la série du Vavatenina, la discontinuité structurale est au contraire moins évidente.

Pour la commodité de l'exposé, nous séparons la description du contact Antongil-Vavatenina en trois paragraphes :

- feuille Fénérive
- feuille Vavatenina
- dômes annexes de l'Antsiatsiaka et du Vohitrambo.

a- Feuilles Fénérive. - Dans la partie Nord de la feuille Fénérive, il existe une discontinuité lithologique certaine entre les migmatites ocellées et granitoïdes des massifs du Folona et du Vohimalaza (planche 14) et l'ensemble purement micaschisteux de Fénérive au Sud (nous retrouvons ici pratiquement les contours antérieurs de J.AUROUZE, planche 13), mais dans le détail, le contact réel est difficile à préciser. Il est vrai

que dans cette zone de basses collines côtières, à armature de dykes doléritiques (très nombreux), aux pentes recouvertes d'éboulis de blocs et de latérites issus de ces dykes, et aux ruisseaux à colmatage alluvial fréquent, les observations d'affleurements continus sont rares.

Et on passe donc, en général, d'un ensemble purement micaschisteux latéritisé au Sud, à un ensemble également très latéritisé granito-migmatitique à épidote à intercalations gneissiques riches en épidote, micaschistes accessoires sans jamais pouvoir vraiment caractériser la zone de contact. Les rares pendages relevés de part et d'autre dans les micaschistes et les migmatites sont concordants (20 à 30° Sud en moyenne).

Les intercalations à épidote (gneissiques et accessoirement micaschisteuses) souvent très tectonisées, plus ou moins migmatisées et injectées de matériel granitique de la masse granito-migmatitique ont été assimilées dans leur ensemble, par analogie, aux "niveaux d'Anjahely" du groupe de l'Antongil, manifestement antérieurs, au Nord, au dépôt des formations ectoniques de Sahantaha, du Mahakiry et d'Antenina.

Mais il existe en plus le long de la zone côtière au Nord de Fénérive une bande de micaschistes à peu près continue qui se poursuit jusqu'au niveau de Soanierana. Le passage de cette bande micaschisteuse aux migmatites ocellées internes semble assez brutal sur la feuille Soanierana et J.AUROUZE, qui avait déjà différencié cette zone, tout en considérant ces micaschistes comme discordants sur les migmatites internes (schéma et coupe planche 13), tendait à expliquer cette disposition par un effondrement des micaschistes côtiers, en liaison avec l'accident parallèle responsable, au Sud, de la formation de la plaine de l'Iazafo. Il ne nous a pas semblé néanmoins qu'il y avait dans les massifs de Foloana et du Vohimalaza

continuité entre la bande micaschisteuse de Soanierana et les niveaux de Fénérive ; et d'autre part, au Nord, on voit que de part et d'autre de cet accident supposé (qui n'a pas été réellement caractérisé sur le terrain) les pendages et les directions relevées dans les micaschistes côtiers et dans les migmatites internes sont concordants et parallèles à la limite générale des deux formations : direction générale Nord-Nord-Est et pendages Est constants. La présence d'un compartiment effondrée ne s'impose donc pas ici pour expliquer le prolongement des micaschistes côtiers de la série de Vavatenina jusqu'au niveau de Soanierana.

Et on a en définitive ici, le long de cette bande côtière comme sur la bordure du massif de Foloana-Vohimalaza au Sud, superposition apparente normale des micaschistes de Vavatenina à la masse à dominance granito-migmatitique rapportée au groupe de l'Antongil.

b- Feuille Vavatenina.- Si sur la feuille Fénérive, le contour que nous proposons pour la limite de la série de Vavatenina et du groupe de l'Antongil correspond en grande partie au contour antérieur de J.AUROUZE entre les migmatites et la série des micaschistes de Fénérive, nous nous éloignons au contraire fortement de ce contour sur la feuille Vavatenina.

En effet, nous attribuons au groupe de l'Antongil, dans le 1/3 Nord de la feuille Vavatenina l'ensemble du massif du Vohitsivalana (cf planche 14) en englobant ainsi dans ce contour la totalité des faciès ocellés et granitoïdes indiqués sur les cartes antérieures dans cette région. Ce massif de Vohitsivalana passe en continuité au Nord à la série à épidote de J.MARCHAL et, au delà de la limite Nord de la feuille Vavatenina, le contour Ouest du groupe de l'Antongil vient ainsi rapidement se confondre avec la limite à peine modifiée de la série à épidote

orientale de J.MARCHAL et de la série gneissique à grenat d'Antenina.

J.AUROUZE attribuait au contraire ce même secteur du Nord de la feuille Vavatenina et du Sud de la feuille Antara à la série micaschisteuse supérieure, et à l'inverse les formations gneissico-migmatitiques occidentales correspondant à la série actuelle de l'Antenina à sa série migmatitique indifférenciée, inférieure, de l'Ouest et du Nord (schéma planche 13). L'interprétation paraît donc ici contradictoire. En fait, cette contradiction est plus apparente que réelle.

En effet, nous avons vu que dans le groupe de l'Antongil, la granitisation diminue progressivement d'Est en Ouest. A l'inverse, dans la série de Vavatenina, en plus de la variation géochimique faisant passer des micaschistes côtiers aux gneiss internes, le métamorphisme augmente progressivement d'Est en Ouest, atteignant immédiatement à l'Ouest du massif de Vohitsivalana, dans les migmatites rubanées de la falaise le faciès B₂₋₃ à sillimanite et grenat..

Dans le massif du Vohitsivalana, on se trouve en général dans la zone à disthène sillimanite, il n'est donc pas étonnant de trouver ici, autour des noyaux granitoïdes à épidote, des gneiss et des micaschistes appartenant aux niveaux d'Anjiahely du groupe de l'Antongil, de faciès difficilement différenciable par exemple, des gneiss de la série de Vavatenina du synclinal de la Manantsindra, situés immédiatement au Sud dans la même zone de métamorphisme. De même il est normal que les migmatites rubanées et les gneiss qui bordent à l'Ouest la zone d'ennoyage de l'Antongil, se situant dans la zone à grenat et sillimanite, constituent un ensemble d'aspect plus migmatitique que la masse du Vohitsivalana à l'Est.

D'autre part, cette zone d'ennoyage de l'Antongil est extrêmement tectonisée. Si on se reporte à la carte hors-texte, on voit en effet que cette avancée extrême de l'Antongil à l'Ouest, par opposition aux vastes zones synclinoriales de l'Antenina et de Vavatenina situées de part et d'autre, a dû constituer une sorte de butoir vis-à-vis de l'axe migmatitique de la falaise, immédiatement à l'Ouest, et enregistrer de ce fait au maximum le contre coup des poussées divergentes vers l'Est et le Nord provoquées par la virgation au Sud de Vavatenina, de l'arc migmatitique de la falaise, qui passe de la direction Nord-Sud à l'Ouest à la direction Est-Ouest dans la région d'Ambodiriana.

Par la suite, il est aussi manifeste que cette zone d'ennoyage de l'Antongil a dû constituer encore une zone de faiblesse particulièrement réceptive aux phénomènes de tectonique cassante, comme le prouve par exemple la complexité de la fracturation et de l'imbrication des différents faciès de la série "supérieure" occidentale : (gneiss, micaschistes et migmatites rubanées au niveau d'Ampatsy - schéma planche 15 -). Et comme nous l'avons déjà écrit dans l'étude du groupe de l'Antongil, le massif de Vohitsivalana peut se définir en définitive comme un ensemble complexe de gneiss et de migmatites souvent très tectonisés et très redressés du groupe de l'Antongil dans lesquelles viennent s'imbriquer accessoirement, des niveaux (ou plutôt des écaillés) de gneiss et de micaschistes appartenant à la série de Vavatenina.

Quant au contact proprement dit, de cette masse complexe avec la série de Vavatenina au Sud et les migmatites à l'Ouest, il est presque toujours, comme sur la feuille Fénérive apparemment, concordant avec des pendages et des directions équivalentes, de part et d'autre de la zone de contact subodorée (Ouest Ampatsy, Nord Malalarorika : planches 14 et 15).

c- Les "noyaux" d'Antongil du Vohitrambo et de l'Antsia-tsiaka, dans la série de Vavatenina. - Le noyau du Vohitrambo se situe au Nord de Vavatenina où il constitue le coeur d'un axe anticlinal d'axe Est-Ouest (18) qui s'ennoye progressivement à l'Ouest dans la région du Vohibinany et sépare les synclinoriaux de Vavatenina-Ambohibe au Sud et de la Manantsindra au Nord.

Il est constitué essentiellement de gneiss et de faciès granitoïdes et oeillés de type Antongil, avec une concentration nette des faciès oeillés les plus caractéristiques sur les bordures. Il est entouré de toutes parts, sauf sur une petite partie sur son flanc Nord, par des micaschistes de la série de Vavatenina.

Dans le noyau lui-même, les pendages moyens s'accroissent progressivement du centre vers la périphérie, passant de 30 à 50° au niveau des intercalations gneissiques de la partie centrale à 70° à 80° à proximité des contacts avec les micaschistes de bordure, eux-mêmes toujours très redressés, donnant ainsi le schéma d'un contact général parfaitement concordant. Le redressement des micaschistes est bien net au Sud et à l'Est, où les pendages deviennent souvent subverticaux, et l'opposition est ainsi flagrante, notamment sur le flanc Est, entre les micaschistes très redressés de la bordure du dôme de direction pratiquement subméridienne et les mêmes formations moins intensément plissées, et de direction générale Est-Ouest, qui affleurent de part et d'autre de l'Iazafo. Tout se passe comme si, à ce niveau, le dôme du Vohitrambo s'était mis en place dans les micaschistes, à la manière d'un massif granitique diapirique. La composition interne du dôme, et l'absence de toute manifestation magmatique annexe (auréole, faciès filoniens associés) écartent évidemment d'emblée cette interprétation magmatiste. Et l'interprétation que nous proposons d'un noyau ancien d'An-

4. The fourth part of the document discusses the implications of the findings. It suggests that the results have significant implications for the field of study and may lead to further research in this area.

5. The fifth part of the document concludes the study. It summarizes the main findings and provides a final statement on the importance of the research.

tongil, sur lequel sont venus se mouler les micaschistes de la série supérieure, et réagissant plus ou moins lors du plissement en môle exhaussé, paraît plus probable.

Le noyau d'Antsiatsiaka se situe au Nord de Vohibinany dans la partie Ouest du synclinorium de la Manantsindra (schéma B planche 15).

Comme celui du Vohitrambo, il est constitué essentiellement par des migmatites oeillées et granitoïdes, identiques aux faciès communs de la zone d'ennoyage de l'Antongil au Nord d'Ampatsy, mais très différents par contre des migmatites rubanées qui forment au Sud du Maningory, la terminaison de l'axe anticlinal développé dans le prolongement Ouest du noyau du Vohitrambo.

Comme le Vohitrambo, le noyau d'Antsiatsiaka constitue un dôme d'orientation Nord-Est, entouré par une bordure concordante (à l'Ouest, à l'Est et au Sud) de gneiss rapportés aux faciès de la Sahamana de la série de Vavatenina, et de micaschistes (au Sud et à l'Ouest).

Ce dôme s'ennoye, au Sud, de façon très nette, sous la zone gneissique de l'Ouest de Vohibinany. Au Nord et au Nord-Ouest par contre, les relations exactes du dôme avec son enveloppe sont inconnues. En effet, les derniers pendages observés dans les gneiss et les micaschistes (à 800 m environ du contact supposé avec les migmatites du dôme, situé dans une zone accidentée et forestière peu accessible) sont au Sud. On peut supposer, pour tenir compte des pendages concordants observés par contre dans les mêmes gneiss sur la majeure partie des flancs Est et Ouest, que le contact au Nord se fait par faille ou avec un rebroussement rapide de la couverture comme sur le flanc Est du Vohitrambo. Mais ceci n'est qu'une hypothèse.

E- Conclusion à l'étude de la série de Vavatenina.- 1- Assimilation stratigraphique de la série de Vavatenina aux séries d'Antenina et de la Sahantaha.- La série de Vavatenina (micaschistes et gneiss) constitue tout comme les séries d'Antenina et de la Sahantaha, un ensemble surtout ectinitique qui vient se confondre progressivement à l'Ouest, dans le vaste complexe migmatitique de la falaise. La continuité stratigraphique entre la série d'Antenina et la série de Vavatenina semble en outre devoir s'imposer de part et d'autre de la terminaison du groupe de l'Antongil sur la partie Nord-Est de la feuille Vavatenina, par la similitude des faciès gneissiques constituant le fond des deux séries, et passant latéralement, à l'Ouest, aux mêmes formations de migmatites rubanées. (cf carte hors-texte).

A l'Est, la série de Vavatenina surmonte, tout comme les séries précédentes, le groupe de l'Antongil. Mais alors que pour les séries d'Antenina et surtout de Sahantaha nous avons pu mettre en évidence, dans la plupart des cas au contact de l'Antongil, une discontinuité lithologique, et souvent structurale, nette, pour la série de Vavatenina, seule la discontinuité lithologique existe, surtout à l'Est, tandis que la discontinuité structurale ne nous est jamais apparue de façon manifeste (à part peut être, lors de l'interprétation "diapirique" du noyau de Vohitrambo).

Et en règle générale, nous avons au contact de l'Antongil et du Vavatenina, le schéma classique de la superposition, apparemment concordante, de gneiss et de micaschistes à un ensemble granitoïde à faciès oeilé fréquent, surtout en bordure.

Il est assez de mode, actuellement d'interpréter une telle disposition même concordante (faciès granitoïdes, faciès oeilés, micaschistes) comme l'indice d'une relation possible socle-couverture. Et dans le même ordre d'idées, on peut alors

interpréter la coexistence de la sillimanite avec le disthène et la staurotide, dans les micaschistes côtiers comme ceux de Soanierana, situés à proximité de la masse granitique de l'Antongil ; comme due à un effet thermique de socle (dans le métamorphisme de haute pression de type Barrow dans lequel nous nous trouvons) comparable par exemple à celui mis en évidence par M. GUITTARD avec l'apparition d'andalousite, dans le métamorphisme à faible pression des Pyrénées.

Il y a sans doute matière à recherches fructueuses dans cette voie dans notre secteur, mais il faut avouer que lors de la réalisation de nos levés, nous n'avions aucune idée de ces conceptions.

Nous nous contenterons donc pour l'instant de poser le problème. Nous sommes conscients que, si l'assimilation stratigraphique au sens large (c'est-à-dire comme épisodes de sédimentation à peu près synchrones) de la série de Vavatenina aux séries d'Antenina et de Sahantaha s'impose par une série d'arguments lithologiques, géochimiques et structuraux, l'insuffisance de nos observations au niveau du contact Antongil-Vavatenina constitue le point faible de notre argumentation, tendant à faire de l'Antongil un vieux socle à l'échelle régionale. En effet pour un observateur qui ne tiendrait compte que des arguments géométriques et lithologiques peu nets recueillis au niveau des feuilles Vavatenina et Fénérive, au contact de l'Antongil, la séparation stratigraphique de ce groupe granitomigmatitique de l'axe migmatitique de la falaise peut par exemple, ne pas s'avérer indispensable.

2- Extension de la série de Vavatenina au Sud et à l'Ouest :
passage en continuité aux gneiss du Manampotsy, caractéristiques
des niveaux graphiteux du Système du Graphite.- Les gneiss de la
Sahamana passent en continuité manifeste au Sud (comme nous

avons pu le vérifier sur la partie Nord de la feuille Antanamalaza (carte hors-texte, à des gneiss graphiteux que H.BESALRIE dès 1964, assimilait déjà dans sa synthèse au 1/1.000.000 (cf extrait planche 13) à un lambeau de gneiss du Manampotsy dans la série d'Ambodiriana.

Nous avons vu également, au cours de l'analyse structurale, qu'une seule ride anticlinale de migmatites rubanées séparait, sur la feuille Vohimenakely, les gneiss et les micaschistes de la série de Vavatenina, dans le synclinal de la Salangina (7 planche 14), de la bande graphiteuse du Bekotra, prolongement exact, dans cette région, des niveaux du Manampotsy de la région de Tamatave.

D'autre part, nous avons eu l'occasion d'effectuer deux coupes subméridiennes au travers de la feuille Ambodiriana, l'une au niveau du méridien de Vavatenina, poursuivie jusqu'au Sud d'Ambodiriana, l'autre au niveau de la partie médiane de la feuille Ambodiriana. Ceci nous a conduit à différencier, de la masse migmatitique précédemment cartographiée, deux aires à dominance micaschisteuse de faciès Fénérive localisées à proximité de la zone côtière (Foulpointe et Fasandiana) et à vérifier en outre, que les niveaux graphiteux notés par R.GIRAUDON dans la zone interne se situent également au niveau d'aires à dominance gneissique, facilement séparables de l'ensemble migmatitique, et correspondant généralement à des unités synclinoriales. La dernière de ces unités, au Sud, est ainsi représentée par le lambeau synclinal de l'Est de Ranomena, attribué déjà par M. RANTOANINA, dès 1958, aux gneiss du Manampotsy.

Cette disposition, soulignée par la cartographie adoptée sur notre carte d'ensemble, et l'ensemble des arguments exposés ci-dessus, ne laissent d'autre alternative pour l'ensemble des

formations micaschisteuses et gneissiques, accessoirement graphiteuses de la région d'Ambodiriana que leur attribution à la série de Vavatenina ; et imposent en plus l'idée d'un passage en continuité de la série de Vavatenina, à l'Ouest, aux formations gneissiques et graphiteuses qui définissent le groupe du Manampotsy dans la région de Tamatave.

Bonnie

